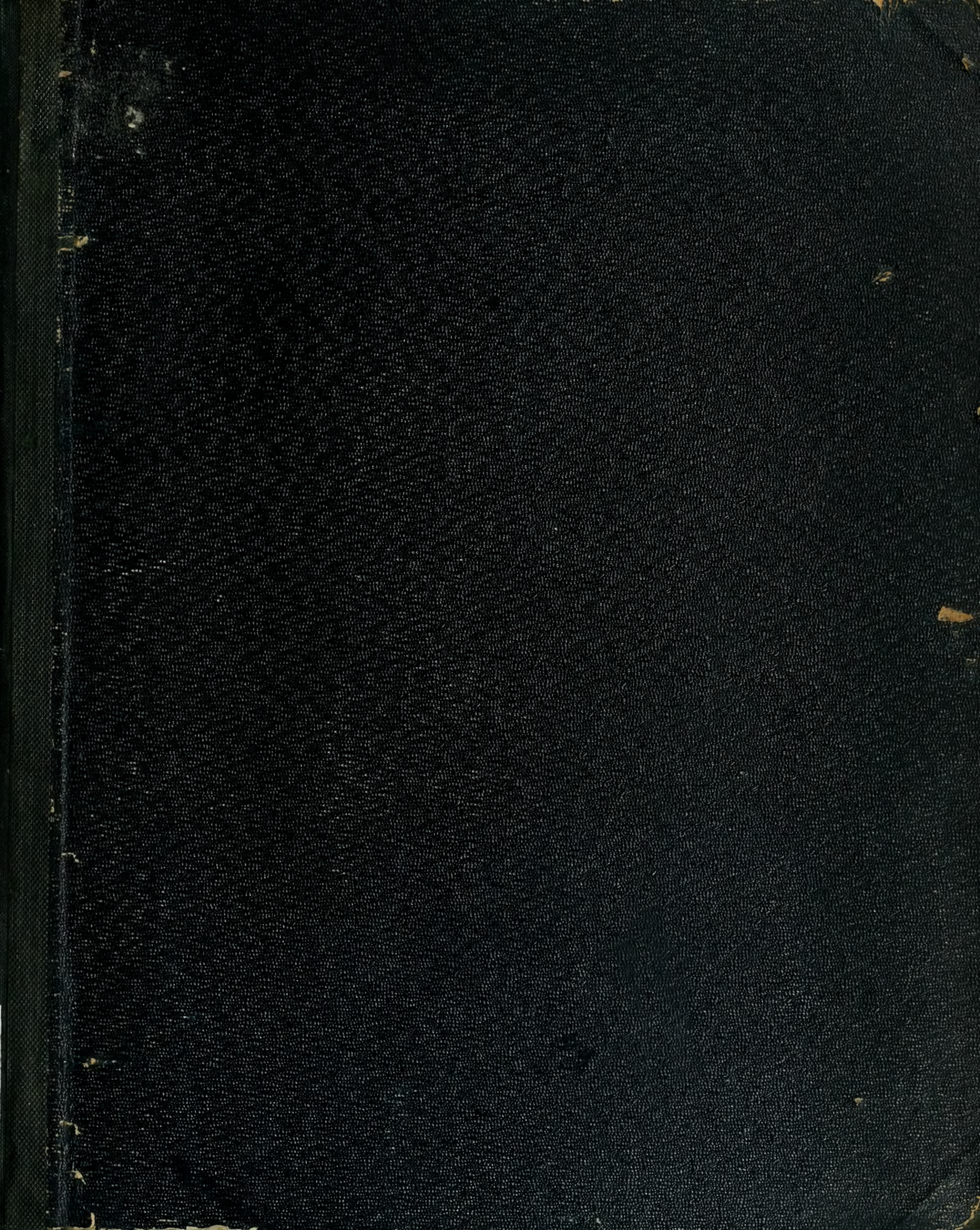






# Die Vegetationsorgane der Palmen.

Die

# Vegetationsorgane der Palmen.

## Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie und Physiologie

von

HERMANN KARSTEN.



— — — Zuerst mache man nur den Geist frei von Systemen und früheren Meinungen — und dann lasse man ihn schauen.
Jean Paul's Salina.



Berlin.
Abgedruckt aus den Schriften der Königl. Akademie der Wissenschaften,
Jahrgang 1847.

In Commission bei F. Schneider.

Gedruckt in der Druckerei der Königlichen Akademie der
Wissenschaften zu Berlin.

Herrn C. J. B. Karsten

meinem verehrten Oheime

gewidmet.



Indem ich Dir, mein theurer Oheim, das Ergebniſs einer mehrjährigen Arbeit übergebe, wünsche ich Dir ein geringes Zeichen meines innigen Dankgefühles zu äuſsern, das Du durch die unmittelbare wie mittelbare Theilnahme an meinen Bestrebungen in mir erwecktest.

Dein Vorbild war es von jeher, das mir vorschwebte, wenn ich unter ungünstigen Verhältnissen mich ermuthigte den betretenen Weg zu verfolgen, um wie Du durch beharrliche, Wahrheit suchende Forschung das Gebiet unseres Wissens zu erweitern und durch eine genauere Kenntniſs der Werke unseres Schöpfers, die von ihm uns verliehenen Gaben zu einem unserer Bestimmung würdigen Dasein anwendbar zu machen.

Weit ist freilich grade die von mir erwählte Wissenschaft noch von ihrem Ziele und unendlich gering ist der Antheil, den ich mir an ihrer Förderung erwerben konnte, doch wirst Du,

geliebter Oheim, freundlich auch diesen geringen Beitrag aufnehmen, da Dir nicht nur die Unermeſslichkeit dieses Feldes, sondern auch mehr wie irgend einem die schwierigen Bedingungen, unter denen ich mich zu seinem Anbau anschickte, bekannt sind.

Im Hinblick auf Dich wird es mir einst vielleicht gelingen Besseres zu leisten, Dein Beispiel wird mich leiten und mein Streben fördern: dann wird mein Wunsch mir gewährt werden, einen Funken zu dem Lichte der Erkenntniſs zu sammeln, in dessen strahlendem Glanze einst glückliche Geschlechter das ganze Gebiet in der unaussprechlichen Schönheit übersehen werden, die wir jetzt im sanften Schimmer der ersten Morgenröthe nur ahnen, doch in dieser Ahnung schon die Gröſse des ewig schaffenden Urhebers empfinden, der uns mit Bewunderung und Ehrfurcht erfüllt.

Berlin, den 26ten November. 1847.

## Die Keimung.

Das unbefruchtete Eichen aller Palmen, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte (verschiedene Arten der Gattungen *Chamaedorea, Oenocarpus, Iriartea, Geonoma, Bactris, Guilielma, Cocos, Klopstockia* und *Martinezia*) enthält, in dem von einer einfachen Hülle umgebenen Kern, einen Keimsack, der zur Zeit der Befruchtung den gröfsten Theil des Kernes einnimmt und mit einer Flüssigkeit angefüllt ist. An den Wandungen dieses Keimsackes beginnt die Bildung von Zellen, wodurch die Höhlung mit einem Gewebe ausgekleidet wird, das durch fortdauernde Vermehrung diese immer mehr einengt, bei den meisten Arten sie endlich ganz ausfüllt. Zu der Zeit des Eintretens des Pollenschlauches in dies Gewebe ist die Haut des Keimsackes nicht mehr deutlich zu erkennen, sie liegt zwischen dem Gewebe des Kernes und dem jetzt neu entstandenen Gewebe des sich bildenden Eiweifses. Die Vermehrung dieses letztern geschieht durch das wiederholte Entstehen von Zwillingszellen im Innern der Zellenhöhle. Sehr deutlich sah ich dies bei einer Frucht der *Iriartea praemorsa* Kl. in der das Wachsthum der Gewebe verlangsamt zu sein schien. Auf der ersten Tafel habe ich dies Gewebe (1. *d'*) gezeichnet, es hält hier mit der fortdauernden Bildung von Zellen das Wachsthum der schon gebildeten nicht gleichen Schritt, man sieht aus diesem Grunde, und weil die in den Zellen abgesonderte Flüssigkeit durchsichtiger ist wie gewöhnlich bei den sogenannten Zellkernen, mehrere Generationen von Zellen zu zweien in einander eingeschachtelt.

Der Pollenschlauch, der bei den Palmen die an beiden Seiten mit Zellgewebe belegte Haut des Keimsackes durchwachsen mufs, um in das Innere desselben zu gelangen, vergröfsert sich sehr langsam durch Vermehrung der in seiner Spitze gebildeten Zellen, umgeben von dem mit einer hellen Flüssigkeit angefüllten Gewebe des Eiweifses (1). Man erkennt noch lange das hintere in dem Gewebe des Kernes liegende Ende des Pollenschlauches, das allem Anscheine nach sich unmittelbar in das keulenförmig angeschwollene Ende, die Anlage des Keimlings, verlängert. Bei der Taf. I. Fig. 1. gezeichneten Frucht vermehrt sich das Gewebe des Keimlings nicht so gleichförmig wie das mehr lockere, der Keimsackflüssigkeit zugänglichere, von dieser vielleicht gleichförmiger durchtränkte Gewebe des Eiweifses; es enthal-

---

(1) Schon bevor ich diese Untersuchung begann, glaubte ich mich durch Beobachtungen der Veränderungen des Pollenschlauches von Pflanzen aus den verschiedensten Familien, z. B. an der *Monoclea Forsteri* Hook., *Langsdorffia Moritziana* Kl. et Kart., *Anthurium tovarense* Kl. et Kart., *Mangifera indica* L., *Zamia muricata* Willd. etc. überzeugt zu haben, dafs der Keimling, wie Schleiden es zuerst angab, unmittelbar aus dem in demselben entstehenden Zellgewebe sich hervorbilde. Vergebens verwendete ich viele Zeit darauf, auch von den Palmen die nothwendige Reihe der Entwickelungsstufen der ersten Anlage des Keimlings zu erhalten, da die Verhältnisse für diese Beobachtung hier besonders ungünstig sind; es kam mir indefs bei diesen Untersuchungen nichts vor, das eine andere Auffassungsweise dieser Erscheinungen nothwendig gemacht hätte.

Erst nach Beendigung dieser Arbeit zeigte mir mein Freund Klotsch seine Zeichnungen über die Befruchtung der Orchideen, die allerdings zu Gunsten der von Brongniart, Amici, Robert Brown u. A. m. vor Schleiden ausgesprochenen Ansicht entscheiden, wie es auch bald darauf von Amici und Mohl in der botanischen Zeitung gleichfalls dargelegt wurde. Die Beobachtungen dieser verschiedenen Forscher würden mich für die Palmen über die Entstehung des Keimlings zweifelhaft machen können, wenn ich nicht bei Pflanzen anderer Familien mich von der Richtigkeit der Schleiden'schen Beobachtungen überzeugt hätte.

Soviel ist durch alle diese Beobachtungen gewifs, dafs nur in Folge der Wechselwirkung der Pollen- und Keimsack-Zelle sich die Anlage des Keimlings bilden kann. Auf meine eigenen Beobachtungen und auf die Gründlichkeit der genannten Anatomen vertrauend, scheint es mir, dafs Meyen den richtigen Punkt getroffen hat, indem er an die Ähnlichkeit der Copulation der Conferven mit dem Vorgange der Befruchtung der vollkommneren Gewächse erinnert und dafs seine Beobachtungen von wirklicher Verwachsung der Pollen- und Keimsack-Zelle und Vereinigung ihrer Höhlungen den Mittelpunkt aller verschiedenen Erscheinungen bilden, von dem abweichend, bei nicht erfolgender so vollständiger Vereinigung, einerseits in der Pollenzelle, anderseits in dem Keimsacke, je nach der chemischen Beschaffenheit ihres Inhaltes, die Anlage der jungen Pflanze erzeugt wird; was denn für jede einzelne Art oder Gattung oder Familie durch die Beobachtung festzustellen wäre. —

ten hier einzelne Zellen eine einfache Tochterzelle, Zellkern, in der ein oder mehrere Bläschen sich befinden, während andere danebenliegende zwei, vier und wie es scheint auch drei Tochterzellen bergen, die mit einer körnigen, Bläschen enthaltenden Flüssigkeit gefüllt sind. Fig. 1 *f'* stellt dies Zellgewebe der Anlage des Keimlings der *Iriartea praemorsa* in 250 facher Vergröfserung dar.

Die stärkste Zellenvermehrung dauert an der Spitze dieses Körpers fort, wobei es dort, wo ein grundständiger Keimling vorkommt, wie bei *Oenocarpus, Iriartea, Klopstockia, Cocos* etc. Regel zu sein scheint, dafs diejenige Seite der Spitze, die der Blumenaxe zugewendet ist, vor der nach aufsen gewendeten bevorzugt ist, durch welche einseitige Bildung ein allmähliges Überwachsen derselben über die nach dem Umkreise gewendete Seite hervorgebracht wird: der auf diese Weise überwachsene, dann sehr in der Entwickelung zurückbleibende Theil der Anlage des Keimlings besteht aus einem kleinzelligen Gewebe, dessen sehr zarte und durchsichtige Häute eine gelblich gefärbte trübe Flüssigkeit einschliefsen, während der stärker sich ausdehnende Theil sich in ein Parenchym mit festeren Häuten umändert und nur an der Oberfläche, besonders an der Spitze in der Zellenvermehrung verharrt. Es stellt dieser so durch stärkere Entwickelung der Axenseite der Keimenlage gebildete Theil das erste blattartige Organ der jungen Pflanze dar, dessen Entstehen und dessen Ausbildung jedoch nicht immer so deutlich zu erkennen ist, wie ich es zuweilen sahe und Taf. 1. Fig. 2 *f'* gezeichnet habe. Zu dieser Zeit enthielt der halbausgewachsene Keimling durchaus keine Spiralfasern oder sonstige Andeutungen des Holzgewebes, doch war die Grundlage desselben, eine cambiale Schicht, die von der Gegend des ersten Erscheinens des Saamenlappens d. h. von seiner jetzigen Basis, bis in die Spitze desselben, ein mittleres Parenchym von einer geringen Rindenschicht trennte, vorhanden. (In Taf. I. Fig. 3 *f'. y.* dieselbe Schicht, doch schon mit Spiralfasern). In diesem Zustande ist der Keimling rings von Eiweifs umgeben, von dem Rest des Pollenschlauches ist nichts mehr zu entdecken. Die Eihaut, aus verdickten gestreckten Zellen bestehend, ist über ihm zusammengewachsen, an der Stelle des Eimundes, nur eine sehr kleine Öffnung in der Gegend des künftigen Würzelchen lassend, wie bei der *Chamaedorea*: oder hier in dem Umkreise derselben abgesondert von den übrigen Zellen verholzend und so eine kleine Scheibe bildend, die von dem spä-

ter beim Keimen hervordringenden Würzelchen als Deckelchen abgestofsen wird, wie bei der *Bactris*, ähnlich dem bei einigen Aroideen und Scitamineen schon von Gärtner beschriebenen Vorgange. Die Höhlung des Keimsackes ist zu dieser Zeit bei der *Iriartea*, wie bei allen übrigen untersuchten Gattungen mit Ausnahme von *Cocos*, gänzlich durch Gewebe ausgefüllt, das dem Keimling zunächst angrenzende besteht aus Zellen mit durchsichtigen Häuten, die einen klaren, flüssigen Inhalt mit kleinen, sehr scharf begrenzten, undurchsichtigen Kernen einschliefsen Taf. I. Fig. 2. *d'*. Durch wässerige Jodlösung wie durch Eisenchloridlösung wird die Flüssigkeit feinkörnig und dunkler gefärbt. Etwas weiter von dieser Stelle entfernt finden sich sehr durchsichtige Bläschen innerhalb sehr zarter Tochterzellen, in der etwas vergröfserten Mutterzelle, welche Bläschen fast nur nach Hinzufügung von Jod- und Eisenchloridlösung deutlich hervortreten, indem sie durch ersteres gelb, durch letzteres grünlich-schwarz gefärbt worden, ihr Inhalt also wahrscheinlich eine gerbsäurehaltige Flüssigkeit ist. An diese Zellen grenzen andere von drei- bis vierfacher Gröfse deren Wandungen punctirt verdickt sind; zum Theil sind die sogenannten Porenkanäle durch dieselben Mittel noch dunkel zu färben, durch die jene, in der Tochterzelle enthaltenen Bläschen gefärbt werden; es sind darnach auch hier wahrscheinlich diese Bläschen die Ursache einer theilweisen Verdickung der Zellhaut, der sie ankleben. Diese Häute, die im reifen, trocknen Saamen sehr hart werden und dem Gewebe des Eiweifses die Eigenschaften des „hornigen" ertheilen, werden weder durch Jod- noch durch Eisen-Lösungen, noch durch verdünnte Schwefelsäure gefärbt, noch ruft Jod nach Einwirkung der Schwefelsäure die blaue Farbe hervor. —

Auf der dem Saamenlappen entgegengesetzten Seite des Keimlings in seinem unteren dem Eimunde zugewendeten Ende, findet gleichfalls eine Sonderung der Gewebe statt; doch hier nicht bei gleichzeitig vorherrschendem Wachsthum einer Stelle der Oberfläche unterhalb der Spitze, sondern allein durch Umbildung des mittleren Cambium's und der oberflächlichen Schicht desselben in Parenchym, wodurch in diesem Gewebe von dem Cambium nur ein diese beiden Schichten trennender Kegelmantel übrig bleibt. Auf diese Weise ist die Anlage zur ersten Wurzel gegeben, die durch Neubildung von Zellen in der Spitze des cambialen Kegelmantels vergröfsert wird. Vor dieser Spitze findet sich in dem reifen Saamen eine Zellengruppe, die durch Form und Inhalt an ein Gewebe erinnert, das sich an der Rindenseite des

Holzcylinders in dem Stamme der Monocotylen dort bildet, wo die Anlage einer Wurzel entsteht. Diese Schicht überdeckt wie ein Schirm die Spitze des Cambium Kegels der noch in dem Eiweifs (*Chamaedorea*) oder wenigstens innerhalb der Saamenschale enthaltenen Wurzelanlage, sie besteht aus weiten Zellen, die in einer hellen Flüssigkeit, die durch Jod gelb gefärbt wird, einen scharf begrenzten Zellkern enthalten; fast immer ist sie noch von einer geringen Zellenschicht, die als Fortsetzung des Saamenlappen betrachtet werden kann, bedeckt und dadurch don dem Eiweifs und der Saamenschale getrennt, welche Zellenschicht bei dem Keimen des Saamens durchbrochen wird, sich gleichzeitig mehr oder weniger ausdehnt und dann die Wurzel als Scheide (*coleorhiza*) umgiebt. Nur drei Palmen sind mir bisher bekannt geworden, bei denen sich dies Verhältnifs nicht findet, wo diese zur Wurzel gehörende Zellengruppe unmittelbar die Oberfläche des Keimlings bildet und sich seitwärts in das Gewebe des Saamenlappens fortsetzt, so dafs bei der Keimung dies nicht durchwachsen wird und keine Wurzelscheide entsteht, es sind dies die Gattungen *Sabal*, *Phoenix* und *Hyphaene*, ausgezeichnet durch die bedeutende, Verlängerung des Saamenlappenstieles während der Keimung; doch werden sich bei einer genaueren Beachtung dieses Gegenstandes gewifs noch mehrere hierin diesen dreien ähnliche Palmen finden ([1]). Wir werden später, bei der Betrachtung der ausgewachsenen Wurzel, Thatsachen kennen lernen, die es wahrscheinlich machen, dafs dasjenige Gewebe derselben, dem ich diese äufserste Zellengruppe des Würzelchen vergleiche, dazu diene, die Aufnahme der Nahrungsstoffe aus der unorganischen Natur zu vermitteln; bei der Keimung des Saamens hat wohl diese eben betrachtete Zellengruppe eine ähnliche Bedeutung für die Ernäherung des Keimlings, höchst wahrscheinlich wird durch die eigenthümliche Thätigkeit dieser Zellen die Verflüssigung und Aufsaugung der vor dem Würzelchen befindlichen Gewebe möglich gemacht, so wie die innerhalb der Rinde entstehenden Wurzeln ähnlich auf das Gewebe dieser wirken. (siehe Taf. IV. Fig. 6. 7. 8.).

In dem reiferen Saamen der S. 1 genannten Palmen finden wir also einen Keimling, dessen Spitze überwachsen ist von einer seitlich sich von

---

([1]) Kunth macht in seinem Lehrbuch der Botanik p. 109 schon darauf aufmerksam, dafs nicht allen Monocotylen die *coleorrhiza* zukommt.

seiner Oberfläche erhabenden Wulst, dem Saamenlappen, während das entgegengesetzte Ende sich in das Würzelchen verlängert; sowohl in diesem Würzelchen, wie in dem Saamenlappen ist das parenchymatische Gewebe durch eine cambiale Zellenschicht in Mark und Rinde gesondert. In der Wurzel endet die Spitze dieser, einen Kegelmantel bildenden Cambiumschicht in ein groſszelliges Gewebe, das nur zum Theil zur Zellenvermehrung beiträgt; in dem Saamenlappen fallt die Spitze dieses Cambium-Kegels mit der Spitze des Saamenlappens selbst zusammen. Von der ursprünglichen Spitze des Keimlings aus, an der sich inzwischen noch einigemal ähnliche Vorgänge wie die Bildung des Saamenlappens wiederholten, nehmen Spiralfasern ihren Anfang, die aus den Zellen der Cambium-Kegel sich bildend, in dem Umkreise dieser zerstreut, sowohl in dem Würzelchen, wie in dem Saamenlappen einzeln stehen und die Grundlage von Holzbündeln geben, die sich später in diesen Organen finden. In dem Saamenlappen laufen diese Holzbündel nicht immer parallel, sondern verzweigen sich häufig dort, wo der Umfang desselben gröſser wird. Während der Keimung vergröſsert sich der Saamenlappen nun immer mehr durch Bildung neuer Zellen in seiner cambialen Spitze und durch Umformung derjenigen Zellen des Cambium-Kegels, die nicht den Holzbündeln sich anreihen, in groſszelliges Parenchym. Dies letztere enthält in einiger Entfernung von dem Orte seiner Bildung, in der Mitte des ganzen Organs, einen flüssigen klaren Inhalt, dessen Farbe durch Jod nicht verändert wird und einen deutlich sichtbaren Zellkern mit Kernkörperchen und die Zwischenzellräume sind mit Luft angefüllt, während in der Nähe des Cambiums die Parenchymzellen, sowohl Stärke enthalten, wie eine körnige Flüssigkeit, die sich durch Jod gelb färbt. Während dieser bei der Keimung erfolgenden Vergröſserung des Saamenlappens werden die Zellen des Eiweiſses gänzlich verändert. Statt der früher stark verdickten punctirten Wandungen, sieht man jetzt hier sehr helle, zarte Zellhäute die, während der Ausdehnung des Saamenlappens, der endlich ganz die Stelle des Eiweiſses einnimmt, gleich den Epidermial- und Epithelial-Zellen des thierischen Organismus plattenartig zusammengepreſst und auch wohl zum Theil aufgelöst werden, wofür die geringe Anzahl dieser Zellenreste im Vergleich mit den früher im Eiweiſs vorhandenen spricht. Der Zwischenraum zwischen den, noch in der eigenthümlichen Form bestehenden Eiweiſszellen und dem immer mehr sich vergröſsernden Saamenlappen ist mit einer Schicht solcher

zusammengepreſsten, ihres Inhaltes und ihrer verdickten Membranen beraubten Zellen ausgekleidet. Die zunächst diese Schicht begrenzenden Zellen des Eiweiſses besitzen noch fast die frühere Form; doch sind sie weniger scharf eckig, weſshalb sie nicht mehr so eng aneinander liegen, sondern sich Zwischenzellräume gebildet haben, die mit Saft angefüllt sind. Die Zellwand selbst hat an Dicke sehr abgenommen, je nach der Entfernung von dem Saamenlappen mehr oder weniger. Die Haut der Tochterzelle ist von der äuſseren Zelle getrennt und hat sich zusammengezogen (Taf. I. Fig. 4. *d'*), hier ist diese letztere noch etwas verdickt, doch es sind keine Porenkanäle mehr zu erkennen; dieser Zustand, wie der der benachbarten Zellen, spricht dafür, daſs hier nicht nur die zweite (innere), sondern auch die erste (äuſsere) Zellhaut verdickt ist, was auch mit den durch chemisch wirkenden Stoffe hervorgerufenen Erscheinungen übereinstimmt. Auch der sogenannte Zellkern scheint während dieser Verflüssigung des Zelleninhaltes und der Wandung thätig zu sein, vielleicht zu dieser Stoffumwandlung durch sein Wachsthum mit beizutragen, es vergröſsert sich diese dritte Zelle jetzt etwas und füllt sich überdies mit einer trüben, feinkörnigen Flüssigkeit, die durch Jod eine ähnliche dunkelgelbe Farbe annimmt, wie es bei fetten Ölen und Harzen der Fall ist.

In dem Saamenlappen der *Klopstockia* sind die Zellen zu dem „lungenförmig" genannten Gewebe geordnet, nur die Oberhaut bildet eine zusammenhängende Schicht und grenzt an die entleerten, plattenförmig-zusammengedrückten Zellen des Eiweiſses, auf welche die noch unveränderten, strahlich nach dem Mittelpunkte des Saamens gerichteten Eiweiſszellen senkrecht stehen. Aus dem Verflüssigungsprodukte dieses hornigen Gewebes bildet sich also das lungenförmige Parenchym des Saamenlappens durch Vermittlung der Epidermialschicht desselben, in deren Zellen eine schleimig-gummiartige Flüssigkeit enthalten zu sein scheint, sie wird durch Jod gelb, durch Ammoniak grün gefärbt, ähnlich wie die später zu beschreibenden Zellen der Wurzelmütze; sie enthalten ferner Öl- und Stärke-Bläschen. Der flüssige Inhalt der Zellen des lungenförmigen Parenchyms wird durch die angegebenen Reagentien nicht gefärbt. In dem Saamenlappen der *Phoenix* finden sich gleichfalls groſse Zwischenzellräume, doch hier in Form von Kanälen; später, nachdem die Zellen selbst von Flüssigkeit entleert sind und Kohlensäure enthal-

ten, findet sich in diesen Zwischzellräumen eine Luftart, die durch Ammoniak- und Baryt-Lösung nicht aufgesogen wird. —

Bei der Keimung des Saamens verlängert sich nun das untere dem Saamenmunde zugewandte Ende des Keimlings, in welchem das Keimknöspchen und die Anlage zum Würzelchen sich befindet, wodurch beide aus der Saamenschale hervorgedrängt werden, und ein längerer oder kürzerer Stiel gebildet wird (der z. B. bei der *Hyphaene Petersiana* Kl. eine Länge von einem Fufs und darüber erreicht), aus dessen Spitze die erste Wurzel (Pfahlwurzel der Dicotylen) hervorbricht bei der *Iriartea, Oenocarpus, Geonoma, Bactris, Chamaedorea, Cocos, Martinezia* oder sich unmittelbar in diese verlängert, wie es bei der *Sabal, Hyphaene* und *Phoenix* [1] beobachtet wurde: während aus der seitlichen Öffnung dieses Stieles, dem eigentlichen Grunde des Saamenlappens, das sich entfaltende Keimknöspchen hervorwächt.

Schon vor der Keimung zeichnet sich in dem Grunde der Keimknospe, ähnlich wie nach den beiden Enden des Keimlings hin, in der Mitte des Würzelchens und des Saamenlappens ein parenchymatisches Zellgewebe aus, das von dem Cambium-Kegel beginnend, die Mitte desselben einnimmt. In diesem Gewebe verharren nun einzelne Reihen des Cambium in diesem Zustande, wodurch die cambiale Schicht der Keimknospe und die unterdefs entstandenen jungen Blattenlage mit jenem Cambium-Kegel in Verbindung gesetzt werden. Während der Keimung beginnt nun gleichfalls in diesen Cambium-Bündeln, ebenso wie früher in den Cambium-Kegeln des Würzelchens und Saamenlappens, von dem Knospengrunde aus, die Bildung von Spiralfasern, die sich nach der Spitze der Keimknospe hin in die Blattanlagen hineinverlängern mit denen die Cambiumbündel in Verbindung stehen. Nach dem, durch die Verlängerung des Saamenlappenstiels bewirkten Austritt des Keimknöspchen aus der Saamenschaale wird die Bildung dieser Spiralfasern bedeutend beschleunigt. Auch der Rand des Saamenlappens, der die hervortretende Keimknospe umgiebt, verlängert sich nach dem Hervorbrechen aus der Saamenschaale; in ihm enden znm Theil die Spiralfasern, die in dem

---

(1) Das Wachsthum des durch eine kleine Gruppe von Cambium-Zellen angelegten Würzelchens beginnt hier erst, nachdem der Saamenlappen sich schon um mehrere Zolle verlängert hat und die Ausbildung des von dem Saamenlappen umhüllten Keimknöspchens bedeutend vorgeschritten ist. —

stets sich vergrößsernden Saamenlappen, wie früher beschrieben, sich verbreiten.

Alle Holzbündel der ersten Blätter nehmen von diesem Knospengrunde ihren Anfang, während aus der Spitze des von ihm sich erhebenden Kegelmantels von Cambium-Gewebe die Anlagen neuer Blätter gebildet werden. Bei den verschiedenen Arten ist es verschieden, wie lange die Blattbildung der jungen Pflanze in der Nähe des Knospengrundes ohne Verlängerung der Zwischenknoten fortbesteht, bei der *Iriartea* tritt diese bald ein, wodurch die Blätter von einander entfernt werden und die Stammbildung eingeleitet ist: bei allen übrigen Palmen, die ich in der Entwickelung beobachtete, dauert die Bildung neuer Blätter ohne Ausdehnung der Zwischenknoten sehr lange fort, die Stammbildung ist natürlich auch hier eingeleitet, doch durch die Kürze der Zwischenknoten derselbe von so unbedeutender Länge, dafs er sich nicht über die Erdoberfläche erhebt. Es nimmt indessen mit jedem neuen Blatte sein Durchmesser zu, wodurch er bei diesen Pflanzen anfangs die Form eines umgekehrten Kegels annimmt, die erst dann in die Cylinderform übergeht, wenn er den dem Stamme eigenthümlichen Durchmesser erhalten hat, während bei der *Iriartea* jeder Zwischenknoten einen fast cylindrischen sehr langen umgekehrten Kegel bildet, wodurch schon die jungen Pflänzchen einen Stamm erhalten, der natürlich auch hier mit jedem spätern Knoten an Dicke zunimmt. Dieser Zunahme des Durchmessers des jungen Stammes der *Iriartea* entspricht eine aus den Knoten stattfindende Wurzelbildung. Mit jedem Auftreten einer neuen Wurzel nimmt auch der oberhalb derselben befindliche Stammtheil zu, so erscheint der untere Theil desselben bei der *Iriartea* fast als Cylinder, während er bei den übrigen genannten Palmen fast scheibenartig oder als sehr stumpfer Kegel auftritt. Bei letztern entstehen die meistens nicht sehr dicken Wurzeln (1‴ bis 3‴ Durchmesser haltend) unterhalb der Bodenoberfläche, bei der *Iriartea* dagegen nehmen schon die ersten, aus dem Stamme entstehenden Wurzeln in einiger Höhe oberhalb der Erde ihren Anfang und wachsen in schräger Richtung in den Boden, wodurch die von den verschiedenen Seiten gebildeten, wie die Stützen des senkrechten Stammes erscheinen. Bei den verschiedenen Arten der *Iriartea* ist in der Stammhöhe eine Grenze, oberhalb welcher nur ausnahmsweise noch Wurzeln gebildet werden; aus dieser Gegend entstehen dann in der Regel alle nach den verschiedenen Seiten gerichteten Wurzeln des er-

wachsenen Stammes. Bei der *Iriartea praemorsa* Kl., deren Stamm einen Durchmesser von 3 Zollen besitzt, befindet sich diese Ursprungsstelle der 0,"5 bis 1,"0 dicken Wurzeln gegen 3 Fufs von dem Boden; bei der *Iriartea exelsa* dagegen, die ich auf den Bergen, die das Thal von Valenzia von der Küste trennen, fand, deren Stamm bei einer Höhe von 80' fast einen Fufs im Durchmesser besitzt: nehmen die 2"-3" dicken Wurzeln in einer Höhe von 6-10 Fufs von dem Boden ihren Anfang und tragen so auf ihrer Spitze, den die übrigen Bäume des Gebirgskammes oft weit überragenden, der Gewalt der stärksten Winde trozenden Stamm ([1]).

Eine sehr merkwürdige Erscheinung in dem Wachsthume der jungen Palmen bietet die *Klopstockia* dar, indem hier, durch einseitige stärkere Vermehrung des Gewebes der Zwischenknoten und Blattstiele, die Gipfelknospe des Stammes nicht aufwärts, sondern abwärts gerichtet ist; sie steht immer an einer Seite des Endes des nach unten wachsenden Stammes, an dessen entgegengesetzter Oberfläche die Wurzeln hervorkommen. Da die Blätter nun, trotz dieser Wendung des Stammes nach unten, aufwärts gerichtet sind, so krümmen sich alle, bald nach ihrer Trennung vom Stamme, in dieser Richtung und die abwäts sich ausdehnende Knospe durchbricht die eine Seite aller Blattstielbasen. Vergebens bemühte ich mich bisher irgend ein abweichendes Verhältnifs in dem Baue der Gewebe aufzufinden, das als Fingerzeig für den Grund dieser merkwürdigen Erscheinung hätte dienen können: es wird wohl der Zeit aufbehalten sein hierüber Vermuthungen aufzustellen, der eine gründlichere Bekanntschaft mit den chemisch verschiedenen Stoffen des Pflanzenkörpers zu Gebote steht, wie sie uns überliefert ist und diese wird erst dann zu hoffen sein, wenn eine richtigere Ansicht über die Assimilations- und Wachsthumserscheinungen der einzelnen Zellen und der einfachen Gewebe verbreitet ist wie sie jetzt noch sich geltend macht. — Ganz denselben Vorgang wie bei der *Klopstockia* beobachtete ich bei der *Sabal minor* und von der *Sabal mexicana* hat Martius schon in seinem schönem Werke

---

([1]) Man erkennt hieraus das Irrthümliche der Ansicht derjenigen, die da glaubten, diese Ursprungsstelle der Wurzeln der erwachsenen Palmen sei anfangs die auf dem Boden ruhende Stammbasis und durch später erfolgte Ausdehnung dieser Wurzeln in die Höhe gehoben. Diese Beobachter übersahen die von dem dicken Stamme nach unten gehende dünnere Verlängerung desselben, die mit ihren kleineren Wurzeln meistens auch bei ausgewachsenen Palmen noch sich vorfindet.

über die Palmen diese auffallende Bildung beschrieben und durch ausgezeichnete Abbildungen Taf. 5 Fig. 1-7 veranschaulicht. —

## Bau des Palmenstammes.

Die ersten Untersuchungen über den Bau des Palmenstammes von Daubenton 1791 waren es, die lange Zeit sowohl über die Wachsthumsweise dieser Pflanzenfamilie eine irrige Ansicht verbreiteten, wie auch die späteren Beobachter der verwandten Familien verleiteten dort ähnliches zu sehen. Desfontaines wie Decandolle wurden durch diesen Irrthum und die darauf gestützte entsprechende Theorie über das Wachsthum der Monocotylen Pflanzen zu einer Eintheilung des Gewächsreiches veranlafst, die erst durch Mohls berühmtes Werk: „*de palmarum structura* 1830" als unhaltbar nachgewiesen wurde. Mohl zeigte in diesem zuerst, durch umfassende und genaue Untersuchungen des Palmenstammes, dafs die von Doubenton und Desfontaines geltend gemachte Ansicht, die Holzbündel des Stammes der Palmen und der übrigen Monocotylen entständen im Mittelpunkt des Markesund verliefen von dort nach oben und aufsen in die Blätter, in der Natur nicht begründet sei; er zeigte, dafs vielmehr die Holzbündel, wenn man sie von den Blättern aus in das Mark verfolgt habe, von dort wiederum abwärts verlaufend sich nach dem Umkreise des Blattes wendeten und unterhalb der Rinde sich ihr Ende befinde. Da ihm nur trockene Abschnitte von älteren Stämmen und ganz junge lebende Exemplare zur Untersuchung zu Gebote standen, gerieth er in den Irrthum, dafs das untere Ende der Holzbündel bei den erwachsenen Pflanzen ebenso abwärts bis in die Basis des Stammes sich verlängere, wie er es bei den jungen Pflänzchen gefunden hatte. Den beiden fleifsigen Forschern Meneghini und Mirbel war es vorbehalten das richtige Verhältnifs zu erkennen. Meneghini, der gründlichste Untersucher des Stammes der Monocotylen, gab zuerst in seiner gehaltvollen Schrift (*Ricerche sulla structtura del caule nelle piante monocotiledoni.* Padova 1836) ein klares und richtiges Bild über den Verlauf der im Mark befindlichen Holzbündel, die auch er zur Oberfläche des Stammes verfolgte und unter der Rinde enden sieht, wo sie oft bei den Monocotylen netzartig anastomosiren, was er auch bei den Palmen zu finden glaubte.

Wenn auch seine Angaben über die Entwickelung des Blattes und seine Theorie über die Bildung der Holzbündel nicht mit der Natur übereinstim-

men, so ist doch das, was er in dieser Arbeit, wie in einer neueren: „*intorno alla struttura del tronco delle Monocotiledoni*" über den scheinbar unregelmäfsigen Verlauf der Holzbündel sagt das Beste, was wir über diesen Gegenstand jetzt besitzen.

Mirbel in seiner Untersuchung über die Dattelpalme (*comptes rendus* 1843) stellte Betrachtungen über die cylindrische Form des Palmenstammes an, die wohl nicht dafür spräche, dafs alle in den oberen Blättern und in dem benachbarten Stammtheile befindlichen Holzbündel in die Basis des Stammes sich verlängerten, da dieser dadurch eine Kegelform annehmen müsse, was nicht der Fall sei. Durch Zählung und Berechnung der Menge von Holzbündeln in allen Blättern einer Palme, wie in dem unteren Stammende, suchte er seine Meinung zu bekräftigen. Wenn nun auch Mohl (Vermischte Schriften 1846) gegen diese Gründe Mirbels einwendet, dafs, wie er schon früher gefunden, das untere Ende der Holzbündel sich bedeutend verdünne, daher nicht eine so grofse Verdickung des Stammes veranlassen könne: so giebt er doch die Richtigkeit der von Mirbel aufgestellten Behauptung zu, indem er zugleich das anatomische Verhältnifs, das uns abhalten mufs, an eine Verlängerung des Holzbündels aus den oberen Theilen des Stammes in die Basis desselben zu glauben, aufdeckt. Es ist dies der Umstand, dafs man bei der Untersuchung alter Stämme unterhalb der Rinde nur alte verholzte Gewebe, keine cambiale Holzbündel findet, wie es doch stattfinden müfste, wenn hier die Bildung neuer Theile fortdaure.

Bevor ich näher angebe, wie ich die Entwickelung und den Bau des Stammes gefunden habe, sei es mir erlaubt, noch einmal das Ergebnifs der mitgetheilten Beobachtungen des Keimens mit wenigen Worten zu wiederholen. Den ersten Anfang eines Gegensatzes von Stamm und Blatt finden wir zu der Zeit, wenn von dem cambialen Gewebe des noch ungetheilten Keimlings an dem vorderen Ende sich seitlich, etwas unterhalb der Spitze, eine Schicht wulstig erhebt, indem die Spitze weniger rasch sich vergröfsert und zwischen jenem Wulst und dem Körper des Keimlings das Cambium in Parenchym umgeändert wird. Die so getrennte äufsere Schicht vergröfsert sich durch innere Zellenbildung an seinem Umfange zum Cambium-Kegel, überwächst die ursprüngliche Spitze der Keimknospe, während sich in seinem Kern jenes Parenchym bildet, das sich aus den innern Schichten des Cambiums vermehrt. Diese seitliche Erhebung und deren Überwachsung

über die Spitze des Keimlings ist das erste Blatt, der Saamenlappen. Ein ähnlicher Vorgang hat inzwischen an einer andern Stelle des Umfangs eben dieser gleichfalls durch innere Zellenbildung sich vergröfsernden Schicht des Keimlings begonnen, wodurch die Anlage zum zweiten Blatte gegeben ist, dem bald das dritte und vierte folgt. An der dieser Spitze entgegengesetzten Seite des Keimlings in seinem untern dem Eimunde zugewendeten Ende findet gleichfalls eine Sonderung der Gewebe statt; doch hier nicht bei gleichzeitig vorherrschendem Wachsthume einer Stelle der Oberfläche unterhalb der Spitze des Keimlings, sondern allein durch Umbildung des mittleren und der oberflächlichen Schicht des Cambiums in Parenchym, wodurch in diesem Gewebe von dem Cambium nur ein diese beiden Schichten trennender Kegelmantel übrig bleibt. Auf diese Weise ist die Anlage zur ersten Wurzel gegeben, die durch Neubildung von Zellen in der Spitze des cambialen Kegelmantels innerhalb einer Parenchymschicht vergröfsert wird.

In dem eigentlichen, mittleren Körper des Keimlings, dessen Oberfläche mit Blattanlagen bedeckt ist, tritt ebenso eine Umbildung des Cambiums, in Parenchymzellen ein, wodurch die Basis von der weiter fortwachsenden Spitze getrennt wird. Hierdurch wird auch in der Keimknospe ein cambialer Kegelmantel gebildet der ein Parenchym umgiebt in welchem einzelne Cambium Bündel von dem Knospengrunde nach den an der Spitze desselben befindlichen Blattanlagen verlaufen, die Anfänge der später vorhandenen Holzbündel: während auch an der Oberfläche des Cylindermantels die fernere Ausbildung der Blätter und die Umbildung des Cambiums in Parenchym eintritt. Das Letztere giebt, dem Cambiumcylinder zunächst, die Rinde, durch ihn, der sich später in einen Holzcylinder umändert, von dem mittleren Markparenchym getrennt. Mit der vorschreitenden Entwickelung des Blattes hält auch die Bildung von Parenchym an der innern Seite des Cambium-Kegels gleichen Schritt, wodurch sowohl die eigenthümliche Spitze der Keimknospe wie die jungen Blattanlagen von dem Knospengrunde getrennt werden. Bald schreitet dann auch diese Sonderung des Cambiums in Gewebe bis zur Basis des Blattes vor, wobei das Blatt von der Mittellinie der Knospe immer mehr entfernt wird, und die in seiner Basis endenden cambialen Holzbündel gleichfalls von der Mitte der Knospe seitwärts sich verlängern. Gleichzeitig mit diesem seitlichen Wachsthume und als die erste Ursache desselben findet das Hervorwachsen eines folgenden Blattes seitwärts von der Spitze der Knospe statt, von dem Orte des

ersten Erscheinens des vorhergehenden Blattes ungefähr 120° entfernt; zu ihm wenden sich gleichfalls als Anlagen späterer Holzbündel Reihen von Cambium-Zellen von dem Knospengrunde und dessen Seiten aus nach der Mitte der Knospenspitze hin, daher die von hier gleichzeitig seitwärts sich wendenden des nächst vorhergehenden Blattes, die sich in derselben Höhe befinden, kreuzend. Ebenso geht es mit der Entwickelung des dritten Blattes, das von den beiden ersten fast 120° entfernt ist. Alle diese Holzbündelanlagen nehmen wie gesagt vom Knospengrunde ihren Anfang, verlaufen eine Strecke in der, die Grenze von Mark und Rinde bildenden, Cambium-Schicht oder ihr nahe auf der inneren Seite, und wenden sich dann nach den, an der Spitze der Knospe befindlichen Blattanlagen, mit deren vorschreitenden Entwickelung und Entfernung von der Mittellinie der Knospe nach deren Oberfläche sie gleichfalls nach dem Umkreise sich wiederum wenden, und die Richtung der zu jüngeren Blattanlagen gehörenden, neben ihnen verlaufenden Bündel durhckreuzen, in der Spizte der Knospe scheinbar ein vorworrenes Flechtwerk bildend.

Fassen wir zuförderst die Basis der jungen Pflanze ins Auge, als den Ort, von dem die Bildung der Spiralen dieser Cambium-Bündel ihren Anfang nimmt, es ist dieselbe Gegend, aus der auch die in den Saamenlappen und das Würzelchen verlaufenden Holzbündel beginnen. Diese Cambium-Schicht ist der Mittelpunkt der Lebensthätigkeit der jungen Keimpflanzen, hier vereinigen sich die, durch die Wurzel und den Saamenlappen herzugeführten Flüssigkeiten und von hier nimmt die bildende Thätigkeit, einerseits in das Keimknöspchen zur jungen Pflanze, anderseits in die neu sich bildenden Wurzelfasern ihren Anfang. Die Schicht cambialer Zellen wird, nachdem die Bildung der Spiralfasern begonnen hat, von einem bunten Flechtwerk von Spiralzellen und Spiralfasern durchzogen und später, wenn die bildende Thätigkeit dieses Gewebes erloschen ist, werden die Wandungen seiner Zellen punctirt verdickt. Es nehmen dann die Holzbündel des jungen Stammes in dem cambialen Gewebe des vom Knospengrunde aus sich erhebenden und verlängernden Kegelmantels ihren Anfang, dem spätern Holzcylinder, von dem früher die Verlängerungen der in dem Knospengrunde beginnenden Holzbündelanlagen sich trennten. In diesem Kegelmantel, der durch Verlängerung die Cylinderform annimmt, dauert nun die Vermehrung des Cambiums noch einige Zeit fort, bei gleichzeitiger Umänderung der

äufsern und besonders der innern Oberfläche in Parenchym, während einzelne verdickte Reihen cambialer Zellen sich gleichfalls mit diesem Parenchym von der Zellen bildenden Schicht trennen und so die in der äufsern Parenchymschicht, der Rinde und dem innern Parenchym-Kegel, dem Marke, verlaufenden Holzbündelanlagen geben ([1]). In diesen Zellenreihen dauert je nach dem Orte ihrer Entstehung gleichfalls die bildende Thätigkeit fort, wodurch sowohl eine Vermehrung des Parenchyms, als auch des künftigen Holzgewebes hervorgebracht wird. Von dem Alter und der Kraft des Wuchses der Pflanze ist sowohl die Anzahl der in der Bildung begriffenen Blätter, wie das damit zusammenhängende Vorhandensein von Holzbündelanlagen in der Stammspitze abhängig. Bei einer Saamenpflanze folgt die Anlage der Blätter nicht so rasch aufeinander und es stehen dieselben in einem gröfseren Winkel von einander entfernt, wie bei einer kräftig wachsenden alten Pflanze: während bei einer keimenden Wachspalme 2-3 faserlose Blattanlagen, in fast $\frac{1}{3}$ Spirale stehend, in der Knospe zu finden sind, besitzt ein 40′ hoher Stamm, deren gegen 20 die die Kuppe des Gipfeltriebes, in fast $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{13}$ Spirale geordnet, bedecken. In der Endknospe einer Saamenpflanze werden daher in einer Höhe der Axe die Anlagen der Holzbündel von nur zwei bis drei Blättern sich durchkreuzen und gleichzeitig sich umbilden, während bei einer ausgewachsenen Pflanze eine grofse Anzahl derselben von dem Umkreise nach den der Mitte nahe stehenden Blattanlagen und von der Mitte des Marks nach den etwas älteren, dem Umfange näher stehenden Blättchen verlaufend, in derselben Höhe des Stammes gleichzeitig angelegt, sich durchkreuzen, und jedes seiner ferneren Umbildung entgegengeht.

---

([1]) Da die Anfänge der Holzbündel immer in diesem Cylinder sich befinden, der in dem erwachsenen Stamme das Mark und die Rinde trennt: so kann man weder mit Desfontaines annehmen, dafs die für die oberen Blätter bestimmten Bündel innerhalb dieses Cylinders, im Marke, entstehen, noch mit Schleiden (Grundzüge etc. II. p. 144) behaupten, dafs sie aufserhalb desselben sich bilden. Die Wahrheit liegt meines Erachtens in der Mitte. Die Anfänge aller Holzbündel liegen neben oder übereinander zu einem mehr oder minder vollständigen Cylinder vereinigt, in dessen Gewebe die Wechselwirkung der die Rinde und das Mark tränkenden Nahrungsflüssigkeit stattfindet, deren Folge eine dauernde Zellenbildung und Gewebevermehrung sein würde, wenn die chemischen Mischungsverhältnisse dieser verschiedenartigen Säfte eine ähnliche wäre, wie bei den Dicotylen, wo ohne Zweifel das Zusammentreffen der im Mark und Holze befindlichen Flüssigkeit mit den von dem Rindergewebe aus der Atmosphäre aufgenommenen Stoffen zum Fortwachsen des Holzcylinders nach Aufsen Veranlassung giebt. —

Aufser von der Kräftigkeit des Wachsthums des Individuums hängt es auch von der gröfseren oder geringeren Verlängerung der Zwischenknoten der Art ab, wie grofs die Anzahl der gleichzeitig in derselben Höhe des Stammes in der Entwickelung begriffenen Holzbündel ist. In den rasch sich verlängernden Zwischenknoten der rohrartigen Palmen werden in derselben Höhe nicht so viele Holzbündel sich durchkreuzen wie bei den Stämmen der Dattel- und Cocos-Palmen, die dicht mit Blättern besetzt sind. Auf einem Querschnitt des dünnen Stammes jener, an deren Spitze nur wenige Blätter gleichzeitig sich entwickeln, werden daher nicht so viele zu verschiedenen Blättern gehende Holzbündel angetroffen werden, wie auf einem Querschnitte des Stammes einer erwachsenen Dattelpalme.

Macht man diesen Querschnitt in der Gipfelknospe unterhalb der Kuppe des Cambiumkegels, dort wo das Gewebe desselben gerade im Begriff ist, sich in Parenchym und Holzbündelanlagen zu sondern, so trifft man von innen nach aussen gehend diese neu entstandenen Bündel, von Blättern sehr verschiedenen Alters. Während die im Mittelpunkte des Stammes sichtbaren, sich nach aussen wendenden, für das sich aus dem Cambium hervorbildende Blatt von mittlerem Alter bestimmt sind, ihr unteres Ende schon mehrere Zwischenknoten durchzieht bis es die Gegend ihres Entstehens im Cambium-Cylinder erreicht, wo es zuerst sich von diesem sonderte: so schreitet die Sonderung der nächst äusseren aus der Spitze des Cambiumkegels, theils noch nach der Mittellinie des Stammes hin vor, wo die jüngste Blattanlage sich befindet um erst nachdem jene erreicht ist nach der, dann mehr seitwärts befindlichen zugehörigen Blattanlage sich zur Oberfläche zu wenden: theils sind es die schon aus den unteren Gegenden des Stammes gekommenen, von dem Mittelpunkte des Markes zurückkehrenden Holzbündel, die hier sich aus dem Cambium weiter verlängern in die ältere Blattanlage. Die am Umfange der Cambiumspitze endlich befindlichen, von dem neugebildeten Parenchym gesonderten Holzbündel sind theils die nach dem Mittelpunkt sich wendenden ersten Anfänge für die jüngsten oder vielleicht noch nicht im Werden begriffenen Blattanlagen, theils sind es die das Markparenchym verlassenden, aufserhalb des Cambium-Cylinders durch die Rinde sich verlängernden, cambialen Holzbündel des zunächst aus dem Cambium sich hervorbildenden Blattes. —

Da für das stengelumfassende Palmenblatt sich Holzbündel aus dem ganzen Umkreise des Cambiumkegels absondern, so finden die Durchkreuzungen

der zu den älteren und nächst jüngeren Blättern verlaufenden Bündel auch in den verschiedensten Gegenden des Umfanges eines Querschnittes des Stammes statt. Diese Durchkreuzungslinien werden dadurch noch verschlungener, dafs nicht jedes Holzbündel senkrecht von seinem Ursprungsorte wieder zum Umkreise des Stammes zurückkehrt, sondern die nicht in der Scheitellinie des Blattstielgrundes gebildeten, aufser der vertikalstehenden Krümmung noch einen wagerechten Bogen nach der Basis des Blattstiels hin zu machen haben. Denn in die Blattscheiden verlängern sich nur einzelne dieser grofsen Holzbündel des Markes, meistens erhalten sie, wie auch die äufseren Rindenschichten des Blattstiels nur die kleineren, von der äufseren Oberfläche des Cambium-Cylinders gesonderten, in der Rinde befindlichen Bast- und Holz-Bündel.

Entwirft man sich ein Bild aller dieser, in den verschiedensten Richtungen sich durchkreuzenden Holzbündel, so hält es schwer mit Meneghini anzunehmen, es seien Saftströmungen, durch das Auftreten der jungen Blätter hervorgebracht, die Ursache der Richtung dieser Holzbündel. Es beruht vielmehr in dem Zusammenwirken der fortdauernden Zellenbildung jedes einzelnen von dem ursprünglichen Bildungsorte, dem Cambium-Kegel, getrennten Zellenbündels und in der längere Zeit fortgesetzten Sonderung von Parenchym von denselben, durch Umänderung der Cambiumzellen ihrer Oberfläche, so wie einer ähnlichen Thätigkeit der cambialen Stammspitze selbst, sowohl die Verlängerung der Holzbündel-Anlagen, wie der Verlauf derselben durch das Gewebe des Markes. Es ist nicht etwa das Markparenchym früher vorhanden und in ihm entstehen dann später, als Folge bestimmt geordneter Saftströmungen die Anlagen der Holzbündel, sondern beides entsteht gleichzeitig oder vielmehr: durch das Aufhören der Neubildung im Innern gewisser Cambiumzellen tritt die Form der Parenchymzellen innerhalb der Cambiumschicht auf, wodurch die Cambiumoberfläche als Holzbündelanlage von derselben getrennt wird.

Wollen wir ein einzelnes Holzbündel in seiner Entwickelung betrachten und durchschneiden zu diesem Zwecke die Gipfelknospe in senkrechter und wagerechter Richtung, so finden wir in dem ersten Querschnitte unterhalb der Kuppe des Cambiums-Kegels die Andeutungen der Holzbündel in dem eben gebildeten Parenchym als kleine Zellengruppen, die sich auf dem Längenschnitte als die obern Enden von Bogen zu erkennen geben, deren

untere Enden mit dem Umkreise eben jener Cambium-Spitze des Stammes in Verbindung stehen. Andere Bündel in ihrer Nähe trennen sich etwas unterhalb derselben von dem Cambium-Cylinder, oberhalb dieser Trennungsstelle durch eine dickere Schicht parenchymatöser Zellen von diesem Cambium-Gewebe entfernt, daher der Mitte des Stammes genährt und dieser Mittellinie nahe mit der Cambium-Kuppe zusammenhängend und zwar in der Gegend, wo an der äufsern Oberfläche derselben die Anlage eines Blattes sichtbar ist. Noch andere dieser Bündel, deren unteres Ende noch weiter abwärts mit dem Cambium-Cylinder in Verbindung steht, ist durch ein noch bedeutenderes Parenchymgewebe von demselben in den höheren Theilen getrennt, daher der Mittellinie des Stammes noch näher gebracht und sein oberes Ende nähert sich einer älteren Blattanlage. Alles deutet darauf hin, dafs seit der ersten Trennung dieses Cambium-Bündels eine Vermehrung des Parenchyms in seiner Umgebung stattgefunden und die Übergänge der Zellenformen, die sich zwischen dem ausgebildeten Parenchym und sowohl diesen Bündeln wie dem Cambium-Cylinder finden, machen es höchst wahrscheinlich, dafs die Zellen des Cambiumgewebes die kugeligen, locker nebeneinander liegenden Parenchymzellen hervorbildeten, während die Neubildung in deren Höhle aufhörte. Bei den noch tiefer abwärts in dem Cambiumcylinder des Stammes beginnenden Bündeln, die zu schon weiter ausgebildeten, mehr von der Mitte der Knospe entfernten Blattanlagen sich wenden, verändert sich die Richtung ihres Verlaufes in dem oberen Theile, da sie gleichfalls von der Mitte sich nach Aufsen wenden, nach der Gegend der Blattanlage. Diese Blattanlage umfafst bei ihrem ersten Auftreten den ganzen Umkreis des innersten Kernes der Knospe gleichförmig: doch sehr bald dehnt sich die eine Seite bedeutend mehr wie die übrigen Theile dieses ringförmigen Wulstes aus, sie bildet eine kegelförmige Erhebung, die fortwährend an Höhe zunimmt, während die übrigen Theile des ursprünglichen Ringes um so weniger sich vergröfsern, je weiter sie von diesem Kegel entfernt sind. —

In dieser kegelförmigen Erhebung nun, der künftigen Blattstielbasis, wo die kräftigste Zellenbildung stattfindet, sondern sich die später im Blattstiele befindlichen Holzbündel ab, und zwar in der Weise, dafs zuerst der ein mittleres Parenchym umgebende Holzbündel-Kreis (oder -Cylinder) von dem noch in der Zellenbildung verharrenden äufseren Cambium sich trennt. Dies sind die Verlängerungen derjenigen Bündel des Stammes, die mit der noch

ziemlich der Mittellinie desselben nahe stehenden Blattanlage zusammentreffen, die daher an dem ausgewachsenen Blatte den gröfsten senkrechten Bogen beschreiben d. h. diejenigen, die die Mitte des Markgewebes durchziehen. Während dieser Absonderung der mittleren Holzbündel des Blattstiels und der nothwendiger Weise gleichzeitig stattfindenden Parenchymbildung in dieser Blattanlage ist dieselbe durch die in dem inneren und oberen Theile des Stammes fortdauernde Gewebe-Bildung und -Vergröfserung von der Mittellinie des Stammes mehr entfernt; die jetzt wiederum von der inneren Seite des Cambium-Gewebes des Blattstieles an dessen unteren Oberfläche als Halbkreis sich absondernden Bündel, beschreiben daher nicht mehr einen so grofsen senkrechten Bogen wie die zuerst auftretenden, und es hängt von dem Alter der Pflanze ab, ob sie noch das Markparenchym durchziehen, oder nur in der Rinde verlaufen. Bei den Blättern eines ausgewachsenen Palmen-Stammes ist das erstere der Fall, ja es folgt noch ein dritter Halbkreis von Holzbündeln ehe diejenigen, die, von der Rindenseite des Holzcylinders sich trennend, nur das Rindengewebe durchziehen, als die der Oberfläche nächsten in den Blattstiel eintreten.

Schon oben bemerkte ich, dafs aufser der auf diese Weise hervorgerufenen Krümmung der Holzbündel in senkrechter Richtung auch noch ein wagerechter Bogen von ihnen während ihres Verlaufes im Marke gebildet würde. Dieser Bogen wird dadurch hervorgerufen, dafs die jüngste Blattanlage, eine wulstige Erhebung des Gewebes unterhalb der eigentlichen Stammspitze, anfangs den ganzen Umfang dieser Spitze gleichmäfsig umgiebt. Daher sind die, von der innern Seite des cambialen Gewebes der Kegelspitze sich trennenden Cambiumbündel von dem Umfange des Stammes, dem künftigen Holzcylinder, alle nach der Mitte hin gerichtet, wo sie dort mit der Kuppe des Cambiumkegels zusammenhängen, wo an der Oberfläche desselben der gleichmäfsig hervorwachsende Ring der jüngsten Blattanlage sich befindet. Sobald nun an einem Punkte dieses ringförmigen Wulstes die bildende Thätigkeit vermehrt wird, ändert sich gleichfalls die Richtung der aus der innern, in Parenchym und Cambiumbündel sich sondernden Cambium-Schicht hervorgebildeten Holzbündel-Anlagen: diejenigen die in der Hälfte des Stammes sich befinden, an der die Vermehrung des Blattgewebes eintritt verlassen den Radius in welchem ihr zuerst gebildetes Ende liegt, und wenden sich seitwärts nach dem Punkt der stärksten bildenden Thätigkeit, natürlich weil von die-

sem Orte, wo die meisten Zellen gebildet wurden, auch die Sonderung derselben in die verschiedenen Gewebe ausgehen mufs. Diese seitliche Biegung, die in die Zeit fällt, wann die Blattanlage anfängt dem Umkreise sich zu näheren ist der wagerechte, bei den von dem Blattstielgrunde zu dem sie sich wenden am weitesten entfernten Bündeln, über 90° betragende Bogen, dessen gröfste Krümmung der Mittellinie des Markes zunächst liegt([1]). Es sind dies die zuerst im Blattstiele sich sondernden in der Mitte desselben in einen Cylinder geordneten Bündel die auch wie oben gezeigt wurde, den gröfsten senkrechten Bogen während ihres Verlaufes im Marke zu beschreiben haben.

Das seitliche Fortrücken der Blattanlage von dem Mittelpunkte der Stammspitze nach dem Umkreise derselben wird hervorgebracht durch eine fortdauernde Zellenbildung in dem cambialen Gewebe dieser Spitze. Es wird jetzt von den meisten Anatomen zugegeben, dafs die Vermehrung des Zellgewebes dadurch hervorgebracht wird, dafs in einer vorhandenen Zelle die Bildung von mehreren neuen stattfindet. Lassen wir hier jetzt die Frage unberührt, ob diese Erzeugung neuer Zellen in einer Bildung von Bläschen in dem flüssigen Inhalte oder in einer Bildung von Häuten um einen festen Inhalt oder in einer Theilung der vorhandenen Zellen mittelst hineinwachsender Scheidewände entsteht: so ist doch gewifs, dafs in allen diesen Fällen die Form des neuen Gewebes und des dadurch gebildeten Organes von der gegenseitigen Lage der jungen Zellen und ihrer Wachsthumsrichtung abhängt. Vor dem Auftreten von Spiralfasern ist nur die Lagerung der Zellen die Ursache der Ausdehnung des Gewebes in die Länge und Breite, es werden, wie

---

([1]) In dem Stamme der *Chamaedorea gracilis* Willd. verfolgte ich ein, in ein Blatt tretendes Holzbündel durch 7 Zwischenknoten, wo es aus der Mitte des Stammes zur Rinde zurückkehrend, in dem Holzcylinder sich befand; vielleicht jedoch noch nicht endete. Es lagen hier der beobachtete Anfang und Endpunkt in einem Winkel von 95°. — Martius (Über die Struktur des Palmenstammes. Gelehrte Anzeigen. München 1845) hat sich bei der *Euterpe oleracea* entschieden davon überzeugt, dafs gewisse Fasern nicht auf der Seite, wo sie in das Blatt treten, sondern auf der diametral entgegenliegenden ihr unteres Ende haben, ebenso wie Mirbel bei *Phoenix* es fand. Ich kann diese Angaben dieser beiden Beobachter durchaus nicht bestätigen, da ich immer fand, dafs die dem Blattstiel diametral gegenüber entstehenden Bündel sich nur sehr wenig seitwärts biegend, in den dort befindlichen Theil der Blattstielbasis, in die Blattscheide, eintreten; nie fand ich, dafs dieselben, wie Mirbel und Martius angeben, in den gegenüberstehenden Blattstiel sich verlängern.

dies meistens im jüngsten Cambium stattzufinden scheint die im Innern der alten zu vieren entstehenden jungen Zellen tetraedrisch geordnet, wodurch eine allseitige Ausdehnung des Gewebes hervorgebracht wird. Erst später nach dem Auftreten der ersten Spiralfasern im Stamme findet man in einer Mutterzelle, die dann gleichzeitig mehr oder weniger in die Länge gestreckt ist, die jungen Zellen in ihr in senkrechter Lage übereinandergereiht. Die erste Sonderung im Innern des gleichförmigen Cambium-Gewebes der Holzbündel-Anlage ist nach meinen Beobachtungen immer durch das Erscheinen einer abrollbaren Spiralfaser bezeichnet, die zuerst in dem unteren Theile des Bündels sichtbar wird und sich von hier nach oben durch die Länge desselben in die Blattanlage hinein verlängert. Erst nach dem Erscheinen dieser Spiralfaser bemerkt man die Ausdehnung einer oder einiger vertikalen Zellenreihen, die Anfänge der weiten Kanäle, in der Nähe der Spiralen und eine vermehrte Längenausdehnung der äufseren Zellen des Cambium-Bündels, besonders an der der Stammoberfläche zugewendeten Seite. Der Inhalt dieser engen langgestreckten Zellen des Umkreises wie jener bald sehr weiten Cylinderzellen der Mitte des Bündels, in deren Nähe bald noch andere, doch weniger weite Zellenreihen sich von dem übrigen Gewebe absondern wird durchsichtig und klar, ebenso der Inhalt der einfachen, endogenen Zelle, des sogenannten Zellkerns, der bald ganz unsichtbar wird (¹), während die in der Mitte des Bündels befindlichen Zellen noch längere Zeit eine trübe Flüssigkeit enthalten. Die langgestreckten Zellen des Umkreises der cambialen Holzbündel nehmen bald eine spindelförmige Gestalt an, es sind diejenigen, die später verdickte Wandungen bekommen, und von Moldenhawer, Link, Mohl und anderen Bast genannt werden. Die Höhlung der äufsersten an das Parenchym grenzenden findet man noch sehr häufig mit senkrecht an einander gereiheten, runden Zellen (sogenannten Zellkernen) angefüllt, deren Wandungen verdickt sind; es sind dies Hemmungsbildungen von Parenchymzellen die auch jetzt noch, unter geeigneten Verhältnissen, in diese Zellenform überzugehen vermögen. Die, durch Vereinigung der weitesten Zellenreihen ge-

(¹) Ohne jedoch gänzlich zu verschwinden. Es treten unter Umständen nicht nur die der Mutterzelle anliegenden Ränder des zusammengefallenen Bläschens deutlicher hervor, sondern es kann durch geeignete Verhältnisse das Wachsthum desselben von neuem angeregt werden und nimmt dann gewifs den gröfsten Antheil an der Bildung der in der Mutterzelle entstehenden Absonderungsstoffe.

bildeten Fasern besitzen gleichfalls in alten Holzbündeln verdickte Häute. Mohl nannte sie, wegen der netzförmigen Verdickung der letzteren „netzförmige Gefäfse". In den unteren Theilen des Holzbündels findet sich immer nur eins dieser netzförmigen Gefäfse; der Mitte des Stammes näher treten zwei dergleichen auf, sie bilden auf Querschnitten des Bündels, dann mit der einen oder den wenigen Spiralfasern ein Dreieck, dessen nach der Mitte des Stammes hin gewendeten Winkel die Spiralfasern einnehmen, während in den beiden nach dem Umkreise gerichteten die netzförmigen Gefäfse stehen. In den Zellen der Mitte des Bündels endet mit diesen Umformungen gleichfalls die Zellenbildung, es ist das Gewebe das Mohl „eigene Gefäfse" nennt wegen des trüben flüssigen Inhaltes, der an die gewöhnlich mit ähnlichen Flüssigkeiten erfüllten Milchsaftgefäfse erinnert. Diejenigen dieser Zellen, die den Spiralfasern und den sehr erweiterten künftigen netzförmigen Gefäfsen zunächst liegen, erhalten indessen gleichfalls einen klaren Inhalt, während sie sich erweitern und ihre Häute später gleichfalls sich verdicken, wodurch sie zu Holzzellen werden. Es verharrt dann nur das, vor den weiten Netzgefäfsen befindliche, von den Holz und Bastzellen umgebene Gewebe in dem ursprünglichen Zustande der eigenen Gefäfse Mohls.

Ich habe hier die Folge der Entwicklung der verschiedenen Elementarbestandtheile des Palmen-Holzbündels gegeben, das jedoch nicht überall in seiner ganzen Länge alle diese Theile beisammen enthält. Mohl machte schon in seiner vortrefflichen Schrift: „de palmarum structura pag VII" auf das richtige Verhältnifs aufmerksam, er wies nach, dafs während des Verlaufes des Holzbündels durch die äufseren Theile des Stammes bis in das Mark und von hier bis zum Eintritte in das Blatt die Menge des Bastgewebes immer mehr abnimmt, die Anzahl der Holzfasern und der eignen Gefäfse sich dagegen vermehrt.

Mirbel stellte sich bei seiner Untersuchung der Dattelpalme die Frage, ob die Holzbündel von den Blättern aus abwärts wachsen, oder von den untern Theilen des Stammes sich nach oben hin verlängern, angeregt durch die abweichenden Ansichten früherer Anatomen über diesen Gegenstand. Er untersuchte zur Entscheidung dieser Frage die Gipfelknospe des Stammes einer Palme und fand hier, dafs die zahllosen, durchsichtigen, sehr zarten Fasern (Cambium-Bündel), die das Gewebe der Knospe durchziehen, an dem obern Ende nicht früher verhärteten wie an dem unteren, woraus er schlofs,

dafs sie nicht die älteren, zuerst entstandenen Theile sein könnten. Mohl wendet gegen diesen Schlufs mit Recht ein, dafs die Verholzung mit dem Alter eines Gewebes nicht gleichen Schritt halte, und macht darauf aufmerksam, wie bei den allmählig aus den Blattscheiden hervorwachsenden Zwischenknoten der Gräser, Nelken, Ephedra etc. sogar die obern Enden zuerst erhärten, ja wie bei den Palmen selbst die oberen Theile des Blattstieles grün und verholzt seien, während die unteren noch weich und ungefärbt gefunden würden. Mohl führt indessen dies nur gegen die Ansicht an, dafs die Verholzung ein Erkennungszeichen des Alters eines Gewebes sei, ohne der Annahme Mirbels, dafs die Entwickelung des oberen Theiles der Holzbündel von unten nach oben vorschreite, der Ursprung desselben im Stamme nicht im Blatte zu suchen sei, was auch andere Anatomen gleichfalls bestätigen, zu widersprechen.

Das was hier Mohl von dem oberen Theile eines Holzbündels zugiebt, dessen Entwickelung von unten nach oben, behauptet Mirbel von der Entwickelung des ganzen Bündels, indem er versichert, dafs er in den Palmen Holzbündel gefunden habe, deren unteres in der Peripherie des Stammes entspringendes Ende bereits verholzt, in der Mitte halb erhärtet, dem Splinte ähnlich und zu gleicher Zeit an der Spitze noch in der Entstehung begriffen gewesen sei. Mohl (Vermischte Schriften p. 181.) zweifelt an der Richtigkeit dieser Angaben ([1]), indem erstens zufolge seiner Beobachtungen das Holzbündel einer Palme, dessen unterer Theil verholzt ist, nicht zu einem Blattrudimente, wie er sich ausdrückt, sondern zu einem in der Entwickelung schon vorgeschrittenen Blatte sich erstrecke: zweitens die Bildung der Gefäfse neuer Wurzeln und der sich entwickelnden Knospen deutlich zeige dafs dieselbe in beiden Fällen in den neuen Organen beginne und sich dann über die Holzmasse des Stammes verbreite. Nach diesen Thatsachen und in

---

([1]) Ich vermuthe, dafs diese Angaben Mirbel's zum Theil darin ihren Grund haben, dafs er nicht die Gipfelknospe des Stammes frisch untersuchte, sondern erst nachdem die Palme längere Zeit umgehauen und vielleicht der ausgewachsenen Blätter beraubt, gelegen hatte. Mirbel sagt nämlich, er habe die Stammspitze, die er Phyllophor nennt, abgeplattet und in der Mitte concav vertieft gefunden; es pafst diese Beschreibung nicht auf die Gipfelknospe einer gesunden, regelmäfsig ernährten, im kräftigen Wachsthume begriffenen Palme, wo dieselbe nicht concav, sondern convex geformt ist, wohl aber auf solche Stämme die längere Zeit wuchsen, nachdem ihnen die Blätter abgeschnitten waren oder bei denen der Zuflufs des Nahrungssaftes durch die Wurzeln gehemmt war. —

Folge einer Erscheinung die sich an Überwallungen eines verwundeten Stammes der *Yucca* zeigte „ist es wohl gerechtfertigt", sagt Mohl Vermischte Schriften p. 183, „wenn ich die Angabe Mirbels, dafs die Gefäfsbündel der Palmen von unten nach oben wachsen, für eine mit den Erscheinungen des Wachsthums der Monocotylen im Widerspruch stehende Meinung erkläre und es im Gegentheil für wahrscheinlich erachte, dafs der untere Theil dieser Gefäfsbündel sich in der Richtung von oben nach unten entwickele". —

Ich gestehe, dafs ich über Mohls eigentliche Meinung, trotz dieser Erklärung, nicht zur Gewifsheit gekommen bin, da er hier offenbar gegen Mirbel ein Abwärtswachsen der Faserbündel vertheidigt, obgleich er einige Seiten früher (p. 176) gegen Moldenhawers Beobachtung behauptet man finde nie eben in der Bildung begriffene Fasern unter der Rinde, wodurch er die Ansicht des Abwärtswachsens der Holzbündel der obern Blätter bis in die Wurzeln beseitigen will. Diese letztere Angabe kann ich durchaus nur bestätigen, wodurch ich denn zugleich die erstere verneine, auch ich fand nie ein Abwärtswachsen der in dem Stamme befindlichen Holzbündel des Blattes; ich kann Mirbel nur beistimmen wenn er angiebt dafs die Entwickelung der Gewebe in dem cambialen Holzbündel von unten nach oben fortschreite, doch mufs auch ich mich gegen die Beobachtung erklären dafs die Verholzung der Gewebe, dieser ersten Bildung derselben von unten nach oben gleichmäfsig folge; ich werde im Gegentheil weiter unten bei der Darstellung der Entwickelung der Gewebe zeigen, dafs dieselbe in grade entgegengesetzter Richtung stattfindet.

Man hat in dem Entwickelungsgange des Palmenholzbündels mehrere Abschnitte zu unterscheiden die mehr oder weniger unabhängig von einander vor sich gehen. Zuerst die Sonderung des Cambiums der Gipfelknospe in Parenchym und in cambiale Holzbündel, diese findet an der untern Seite der Kuppe des cambialen Kegelmantels statt und sobald sie eingetreten ist findet man die zarten gallertartigen Streifen des Cambiums in fast wagerechter Lage von dem Umkreise nach der Mitte der Knospe hin sich erstreckend. Hier endet es in der Cambium-Spitze unterhalb einer nach Aufsen auswachsenden Blattanlage, dort hängt es mit der Verlängerung des senkrechten, Mark und Rinde trennenden Holzcylinders zusammen. Da diese cambiale Verlängerung des Holzcylinders bei den Palmen nicht gänzlich verholzt, sondern zum Theil in Parenchymzellen umgeändert wird, so kann man später, nach die-

ser theilweisen Umbildung des Cambium in Parenchym die ursprüngliche Anlage des Holzbündels sich fortsetzen sehen und zwar der Parenchymbildung entsprechend entweder einzeln oder andere benachbarte Bündel unmittelbar berührend. Die auf diese Weise hervorgebrachte Isolirung der unteren Enden der Holzbündel kann man wohl nicht als Abwärtswachsen bezeichnen und dadurch dem wirklichen Fortwachsen des obern Endes in eine andere Gegend des Stammes durch Zellenanlagerung aus dem Cambium der Stammspitze gleichstellen: da dieselbe nur die Folge einer Parenchymbildung ist, die in denjenigen Holzcylindern nicht vorkommt, von denen, für die gedrängter stehenden Blätter, zahlreichere Holzbündel abgehen. —

Nach dieser Sonderung des Cambium-Bündels und des Parenchyms tritt erst in demselben die Sonderung in die einzelnen Gewebe ein, die ich die Bildung derselben nennen möchte, im Gegensatz zu dem folgenden Prozefs, der, wegen der gleichzeitig stattfindenden Vergröfserung, vielleicht Wachsthum zu nennen wäre, wenn man nicht, wegen der Unbestimmtheit dieses Begriffes, vorzieht diesen Vorgang als Entfaltung der Gewebe zu bezeichnen, denn auch die zuletzt eintretende Erscheinung der Verholzung der Gewebe ist meiner Überzeugung nach eine fortgesetzte Assimilations- oder Wachsthums-Erscheinung der Zellmembran. —

Eine andere Meinungsverschiedenheit findet sich bei den Schriftstellern über den Bau der Palmen wegen der sogenannten Verästelungen der Holzbündel.

Nach Lestiboudois (*Études sur l'anatomie et la physiologie des vegetaux* 1840) bildet sich nur ein Theil der in die Blätter eintretenden Bündel im Umkreise des Stammes, ein anderer Theil nimmt von den in dem Mark und der harten holzigen Schicht verlaufenden gröfsern Bündeln seinen Anfang; so wie auch die dünnen Bündel der äufseren Schicht, theils aus der zelligen Rinde, theils als Verästelungen der grofsen Fasern entstehen, welche Verästelungen und Anastomosen zugleich ein zusammenhängendes Fasernetz bilden sollen. Aus allen diesen Erscheinungen zieht Lestiboudois den Schlufs, dafs alle Holzbündel dazu bestimmt seien neue Bündel zu erzeugen.

Mirbel sah ähnliche Verästelungen von grofsen Gefäfsbündeln auch im Mittelpunkte des Markes der Dattelpalme, sie sollen aus dem unteren Stammtheile von dem Umfange desselben sich zur Mitte begeben, hier eine Strecke mit einander verlaufen, ein centrales Bündel bildend, und dann nach der

entgegengesetzten Seite der Oberfläche in das Blatt eintreten indem gleichzeitig ein Ast oder selten zwei bis drei Äste abgeschickt werden.

Mohl spricht sich gegen beide Angaben aus, er hält die Angabe des Lestiboudois über die Verästelung der Holzbündel bei den Palmen mehr für eine Annahme, aus der Analogie des Palmenstammes mit den anderen Monocotylen abgeleitet, und zweifelt an der Allgemeinheit und Häufigkeit dieser Verästelungen, wenn er sie auch ausnahmsweise zugiebt. Mohl selbst fand an einzelnen Stämmen aus der Abtheilung der cocosartigen Palmen im Marke kleine Bastbündel, deren unteres Ende er nicht verfolgen konnte, von denen er es für möglich hält, dafs sie sich von den gröfseren Bündeln getrennt haben; doch sei das Vorkommen dieser Bündel als ein ungewöhnliches, als eine Anomalie im Palmenstamme zu betrachten. Ebenso liegen die untern dünnen Enden der Holzbündel in der Peripherie des Stammes entweder vereinzelt im Zellgewebe oder, was seltener stattfindet, sie sind mit einigen benachbarten zu einer Faser verschmolzen. Die im Mittelpunkte des Markes stattfindende Vereinigung verschiedener Holzbündel zu einem einzigen grofsen leugnet Mohl gänzlich. —

Diese Ansichten Mohls theile ich im Allgemeinen, auch ich glaube, dafs die Verästelungen der Holzbündel von einer seltener eintretenden Bedingung in der Ernährung der Gewebe des Palmenstammes abhängt, obgleich ich bei verschiedenen Palmen dieselbe im Mark und in der Nähe des Holzcylinders beobachtete. In dem Stamme der *Iriartea praemorsa* Kl. und der *Oenocarpus utilis* Kl. sah ich zuweilen, dafs sich von einem in ein Blatt verlaufenden Holzbündel von der centralen Seite ein Theil trennte und als ein mit den verschiedenen Geweben ausgerüstetes Bündel zu einem höher am Stamme stehenden Blatte sich wendete. Bei der *Martinezia aculeata* Kl. schien es mir häufiger vorzukommen, auch fand ich hier sehr zahlreich die kleinen Bastbündel im Marke die Mohl von dem *Lepidocaryum* beschreibt von denen ich gleichfalls glaubte Verbindungen mit vollständigen Holzbündeln gesehen zu haben, ohne mich indessen in anderen Fällen mit Bestimmtheit von deren Vorhandensein überzeugen zu können. Am zahlreichsten fand ich diese Verhältnifse in der kleinen stacheligen Palme, die in den warmen, zuweilen überschwemmten Thälern des Tuy- und Aragua-Flusses vorkommt, dem Fruchtbaue zufolge eine *Bactris*, von den Einwohnern *Piritu* genannt, im Wuchse der *Bactris fissifrons* ähnlich. —

Über das Verhältnifs der untern Enden der Holzbündel habe ich mich schon ausgesprochen, ich halte es für einfacher, von dem cambialen Zustande des Holzcylinders auszugehen und finde, dafs im ganzen Umkreise desselben sich einzelne Bündel für ein Blatt trennen, oberhalb dieser Trennungsstellen, und häufig auch seitwärts, bildet sich das Cambium in Parenchymzellen um, (nur in einem trocknen Stammabschnitte, der sich in der Sammlung meines Freundes Münter als Dattelpalme befindet, sah ich auch diese Theile des Holzcylinders in Bastzellen umgeändert) oder was nicht selten, es erhält sich das seitlich angrenzende Cambium in dieser und der zunächst aus ihm hervorgehenden Form des Bastes, in welchem erst in den höheren Theilen des Stammes sich wieder Spiralen anfinden und dadurch erkennen lassen, dafs jetzt auch dieser Abschnitt des Holzcylinders bestimmt ist, sich aus dem Zusammenhange zu trennen.

Von der Kräftigkeit der Blattentwickelung hängt es ab, wie viel Bündelkreise sich von dem Cylinder trennen und von Ernährungsverhältnissen, die noch näher zu erforschen sind, halte ich es abhängig ob eine stärkere oder geringere Parenchymbildung zu Stande kommt, die sowohl in dem das Mark und die Rinde trennenden Cylinder eine Verbindung dieser beiden Gewebe, in Art der Markstrahlen, veranlafst, wie auch in der Mittellinie der cambialen Spitze eine Trennung des als einfach von dem Umkreise des Stammes kommenden Bündels, wodurch dieses in zwei gespalten sich weiter aus dem Cambium verlängert, zu einem oder auch zwei verschiedenen Blättern verlaufend. —

So finden wir, dafs sich alle im Stamme befindlichen Holzbündel in die Blätter begeben. Dem Erscheinen neuer Spiralen in dem Holzcylinder, und der Trennung, der um sie gebildeten Holzbündel, von diesem Cylindermantel entsprechend, verlassen andere in unteren Abschnitten des Stammes gebildete Bündel das Mark, das sie durchkreuzten, um mit dem von der Oberfläche des Stammes sich entfernenden Blatte in einem der Wechselwirkung mit der Atmosphäre zugänglicheren Gewebe sich ausbreiten.

Unbegrenzt in dem Urbilde der Gattung erhebt sich so der aufwärtsstrebende Stamm, in immerdauernder Wiederholung desselben Vorganges, von der ihn ernährenden Erde; den blättertragenden Wipfel, oft über die Wolken hinaus, den ungetrübten Strahlen der alles belebenden Sonne nähernd: auf das Gemüth seines empfindenden Mitgeschöpfes, durch die edle Einfachheit seiner grofsartigen Formenverhältnifse den Eindruck des Er-

habenen hervorrufend, während der neben und unter ihm blühende Laubwald durch die Anmuth und Lieblichkeit seiner mannigfaltigen Gestalten die Sinne des denkend Sehenden erfreut und ihn zum Genufse des Dargereichten auffordert.

Doch auch an dem vollendeten Baue der Palme äufsert sich endlich die Abhängigkeit von dem Boden dem sie entwuchs, die durch die zahlreich gebildeten Wurzeln aufgenommenen Nahrungsstoffe erreichen nicht mehr die von reineren Lüften umspielte Krone, immer kleiner werden die Blätter, immer spärlicher deren Bildung, bis endlich, bei gehemmtem Saftzuflufs, ein Übermaafs der durch sie aufgenommenen luftförmigen Stoffe das Gleichgewicht der Bildung und des Wachsthums stört und erstere gänzlich unterdrückt. —

Eine Ausnahme macht vielleicht *Elais melanococcus* (*Martius palmae brasilienses*) deren niederliegender Stamm aus der die Erdoberfläche berührenden Seite zahllose Wurzeln hervortreibt, doch beobachtete Martius nur kleinere 12 Fufs lange Stämme: es bleibt noch zu ermitteln ob der Stamm dieser Palme durch ein noch nicht bekanntes Verhältnifs seines Baues an ferneres Wachsthum verhindert wird oder ob ältere Stämme eine gröfsere Länge erhalten. —

## Entwickelung der Gewebe des Palmenstammes.

Alle Gewebe der ausgewachsenen Pflanze sind durch die Umbildung eines gleichförmigen, trüben, schwierig in seinen einzelnen Theilen zu erkennenden Zellenkörpers hervorgegangen, wie ihn uns die ersten Entwickelungsstufen des Keimlings und die durch fortgesetzte, gleichartige Zellenbildung in einzelnen Theilen desselben fortbestehenden, sogenannten cambialen Gewebe zeigen. Die älteren Anatomen sahen in diesem Cambium einen gallertartigen oder schleimigen oder flüssigen Körper mit eingebetteten Zellen oder Blasenräume oder schaumartigen Höhlungen. Die Häute der später sich aus diesem Gewebe hervorbildenden Zellen dachte man sich durch Verdichtung des Schleimes an der Oberfläche jener hohlen Räume, über deren Entstehen keine bestimmte Ansicht aufgestellt wurde, da man dasselbe von Zufälligkeiten abhängig hielt. Nachdem Robert Brown auf ein in den Zellen vieler Gewebe regelmäfsig vorkommendes Körperchen, das er den Kern der Zelle nannte, aufmerksam gemacht hatte, benutzte Schleiden diesen Zellkern für

eine Theorie der Zellenbildung, die er in „Müller's Archiv 1838" veröffentlichte. Er stellte dort die Ansicht auf, dafs der Pflanzenschleim, der sich an einem Orte befinde, wo die Bildung von Zellen vor sich gehe, auf diesen Zellkern, der vorher durch Verdichtung des Schleimes entstanden sei, niedergeschlagen, verhärtet und darauf durch Diffusion des dichten schleimigkörnigen Zellkernes und der von Aufsen hinzutretenden dünneren Flüssigkeit ausgedehnt werde.

Im Jahre 1843 zeigte ich durch vielfältige Entwickelungsgeschichten der, die thierischen und pflanzlichen Gewebe zusammensetzenden Zellen, in einer kleinen Schrift: „*de cella vitali*", dafs diese Ansicht Schleiden's nicht in der Natur begründet sei, da der von Robert Brown entdeckte „*nucleus of the cell*" nicht früher wie die Zelle, in der er sich befindet, auftrete, sondern erst später in derselben entstehe, dafs er selbst eine Zelle sei, die oft noch jüngere Generationen, die Kernkörperchen, enthalte, die entweder in einer Flüssigkeit schwimmend oder in einem festen Stoffe eingebettet sich befänden. In Folge aller meiner Beobachtungen, die ich zum Theil dort durch Zeichnungen veranschaulicht mittheilte, stellte ich als allgemeines Gesetz für die Bildung organischer Gewebe hin, dafs dieselben durch die Vereinigung von anfangs freien, unmittelbar aus dem flüssigen Inhalte einer vorhandenen Mutterzelle entstandenen, uns in ihrem jüngsten Zustande als Körnchen erscheinenden Bläschen oder Zellen entständen, dafs jede dieser Gewebezellen aus einer Reihe in einander befindlicher Zellen von denen die äufserste die älteste, die innerste die jüngte sei, beständen, die jede in ihrer Weise zum Bestehen und zur Ernährung des Ganzen thätig seien. Die äufserste Haut, die Mutterzelle des ganzen Systemes, war bisher von den Anatomen für die einzig dasselbe darstellende gehalten worden, die während des Austrocknens des flüssigen Inhaltes sich durch das Ankleben des Rückstandes dieses Inhaltes verdicke. Man hatte hiebei übersehen, dafs jene Mutterzelle, von der anfangs dünnen Haut einer zweiten Zelle ausgekleidet wird, die im Innern desselben entstand und mehr oder weniger bald die Gröfse der Mutterzellen erreichte. Erst in der Höhlung dieser Zelle befindet sich der sogenannte Zellkern als drittes Glied des endogenen Zellensystemes, eine Zelle, die in einigen Geweben nicht die vollkommene Entwickelung der sie umhüllenden erreicht und dann nicht selten und in den in der Vermehrung begriffenen Geweben immer ein viertes Glied, die sogenannten Kernkörperchen,

gleichfalls Bläschen einschliefsend, die oft von einem undurchsichtigen körnigen Stoffe umgeben sind. Jenem zweiten Gliede dieses Zellensystemes, der Tochterzelle, sprach ich damals die gröfste Wichtigkeit für die Ernährung des ganzen Organismus zu; in ihm bilden sich entweder als Inhalt besonderer Bläschen, die Absonderungsstoffe, die während späterer Entwickelungszustände wieder verbraucht werden, oder die Zellhaut selbst vermehrt ihre Masse, sie nimmt an Ausdehnung und Dicke zu, während jene Bläschen, scheinbar selbst unthätig, ihr anhängen, an den Berührungsstellen deren Verdickung verhindern und dadurch das durchlöcherte Ansehen derselben hervorrufen.

In dem folgenden Jahre erschienen drei Arbeiten über diesen Gegenstand. Unger (Über merismatische Zellenbildung bei der Entwickelung des Pollens 1844) gab eine durch Einfachheit ansprechende, doch mit meinen Beobachtungen nicht übereinstimmende Lehre, von der Entstehung der Zellen. Nach ihm bilden sich nur die Sporen- und Pollen-Zellen frei im Innern einer Mutterzelle, wie Schleiden es angab, aus der in dieser enthaltenen Gallerte und schleimigen Flüssigkeit, durch Niederschlag auf einen Kern; die verschiedenen Gewebe des ganzen, aus dieser Zelle sich hervorbildende Organismus entstehen, wie Mohl es früher [1] (Tübingen 1835,

---

[1] Auch in den vermischten Schriften botanischen Inhaltes 1846 trägt Mohl noch diese Ansicht der Zellenvermehrung des Gewebes der *Conferva glomerata* vor, der zu folgen ich jedoch auch jetzt noch anstehe, nachdem ich mich seit der ersten Bekanntschaft mit diesem Gegenstande vielfältig mit demselben beschäftigte. Durch die anhaltendste Beobachtung der verschiedensten Entwickelungszustände dieser Pflanze überzeugte ich mich, dafs das in der Tochterzelle enthaltene Chlorophyll nicht unmittelbar von dieser, sondern von einer Anzahl von Zellen dritten Grades umhüllt wird. In gewissen, wie es scheint krankhaften, Zuständen der *Conferva glomerata* schwindet das Chlorophyll bis auf eine geringe Menge, während jene Zellen dritten Grades so verdickte Häute erhalten, dafs man sie ohne Schwierigkeit erkennt: ein solcher Faden hat dann das bekannte Ansehen eines Gummi- oder Saft-Gefäfses einer höheren Pflanze, der durch eine später in ihm entstandene Zellenvegetation angefüllt wurde. Oft sind diese in der Tochterzelle enthaltenen Zellen so zartwandig, dafs sie nach dem Zerreifsen des Fadens bei der Berührung mit dem Wasser zerstört werden. Ist es nun nicht sehr wahrscheinlich, dafs diese dünnen Zellhäute durch das Chlorophyll und den übrigen undurchsichtigen Inhalt verdeckt wurden und erst dann zur Erscheinung traten, wenn sie nach beendeter Ausdehnung sich zu verdicken anfangen? Auch Kützing, der fleifsigste Beobachter dieser Klasse von Pflanzen ist meiner Meinung, indem er (phycologia germanica 1845 p. 25) sich dafür erklärt, dafs die Theilung der Zellen durch Bildung von Scheidewänden wahrscheinlich durch das Auftreten neuer

Über die Vermehrung der Pflanzenzellen durch Theilung) von der *Conferva glomerata* behauptete, durch fortgesetzte Theilung dieser Urzelle, vermittelst hineinwachsender Scheidewände, von dem äufseren Umkreise. Die so entstandenen Zellen bestehen aus einer einfachen Haut und den darauf aus dem flüssigen Inhalte abgelagerten Schichten.

Zu derselben Zeit theilte auch Hartig (das Leben der Pflanzenzelle 1844) seine Beobachtungen über die Entstehung, die Vermehrung, Ausbildung und Auflösuug der Pflanzenzellen mit, wodurch er seine, im Jahre 1843 ausgesprochene Ansicht über diesen Gegenstand erweitert. Nach ihm entstehen alle Zellen innerhalb eines Zwischenraumes der äufseren und inneren Oberfläche einer Zellhaut, Ptychode, die durch Spaltung getrennt ist, als kleine, vollkommene, wasserklare Bläschen. Einige dieser Bläschen, Epigonzellen, wachsen aus und treten zu einem Gewebe zusammen, nachdem um sie sich eine zweite Haut der Flüssigkeit, worin sie entstanden, niederschlug, die Asthate. Zwischen diesen Asthaten der benachbarten Zellen bilden sich endlich eine sie verbindende Substanz, die Eustathe.

Hartig hat sich durch diese Darstellung das Verdienst erworben dem Naturforscher ein warnendes Beispiel zu geben, wie sehr er sich verirren mufs, wenn er ohne Entwickelungsgeschichte und vergleichende Beobachtungen auf eine oder wenige Erscheinungen Theorien und ganze Systeme aufbaut. — So weit ich ihm folgen kann ist Hartigs Ptychode die später sich spalten soll, die Tochterzelle, die Astathe die Mutterzelle des ganzen Systems und die Eustathe ist verdichtete Zwischenzellsubstanz.

Dieser von Hartig gegebenen Entwickelungsgeschichte der Zelle folgte Mohl zum Theil (Botanische Zeitung 1844 im 15ten Stück) insofern er annahm, dafs die Ptychode (nach seiner Beschreibung unverkennbar die von mir nachgewiesene Tochterzelle) die zuerst entstandene des ganzen Systemes

---

Zellen bewirkt werde. — Bei anderen Gattungen, wo in der Tochterzelle nicht Querscheidewände, sondern Längenscheidewände durch die Entwickelung dieser Zellen dritten Grades entstehen, ist es noch deutlicher zu sehen, dafs nicht etwa eine Einschnürung oder eine Ablagerung von Zellstoff? auf Schleimmassen etc. die Bildung derselben veranlasse; sehr bald wird man sich davon bei der *Polysiphonia* z. B. überzeugen, von welcher Gattung ich die *P. stricta* in der Entwickelung, gemeinschaftlich mit meinem Freunde C. Jessen untersuchte, der mit einer gründlichen Bearbeitung dieser Familie sich beschäftigt. —

sei, weſshalb er sie Primordialschlauch nennt. Mit Schleiden nimmt Mohl an, daſs sich dieser Primordialschlauch um einen Zellkern niederschlage; in dem in der Vermehrung begriffenen Gewebe sollen sich mehrere derselben bilden und dadurch eine äuſsere sie einhüllende Zellhaut bekommen, daſs sich die Mutterzelle ringförmig einschnürt oder von ihr ausgehend eine einfache Scheidewand in den Zellraum hineinwächst, die sich später spaltet, für jeden der Primordialschläuche auf diese Weise eine eigne Hülle gebend. Der Primordialschlauch soll später aufgesogen werden und dann sich die Niederschläge auf die durch Abschnürung entstandenen Zellen sammeln.

Nach Mohl und Unger besteht also der ausgewachsene Organismus aus der vergröſserten und durch vielfach wiederholte Abschnürung und Scheidewandbildung in viele Höhlungen getheilten Mutterzelle (Pollenzelle Unger — Embryonalsack Mohl) in welchen Höhlungen sich Niederschläge aus dem flüssigen Inhalte auf die Zellhaut bilden.

So abweichend nun auch diese Angaben der verschiedenen Beobachter über die Bildungweise der Zelle sind, so kommen alle doch darin überein, daſs in jenem mit trüber, körniger Flüssigkeit erfüllten Gewebe besonders die Vermehrung der Zellen stattfindet. Schleiden läſst sie um Schleimkugeln im Innern von Mutterzellen sich niederschlagen, Mohl und Unger durch Abschnürungen und Scheidewandbildungen eine vorhandene Zelle sich theilen, Hartig in dem durch Spaltung einer Zellhaut entstandenen Zwischenraum frei als Bläschen entstehen, während ich früher behauptet hatte, die Entstehung dieser kleinen Bläschen, die uns mit den jetzigen Hülfsmitteln anfangs als kleine Körnchen erscheinen, finde in der Höhlung einer der Zellen selbst, des in einandergeschachtelten Systemes statt [1]. Ob es immer die dritte Zelle, Robert Brown's Zellkern, sei, in der die vermehrte Zellenbildung vor sich gehe, lieſs ich damals unentschieden und bin auch jetzt für das Cambium noch nicht zu einer Überzeugung gekommen, da der Beobachtung dieses von äuſserst zarten, durchsichtigen Häuten gebildeten Gewebes, das mit einer trüben, undurchsichtigen Flüssigkeit angefüllt ist, sich so groſse Schwierigkeiten entgegenstellen. Die Erscheinungen, die das, den Zu-

---

[1] Naegeli giebt zu viele verschiedenartige Entstehungsweisen der Zelle an, als daſs es sich in Kürze hier wiedergeben lieſse, deſshalb verweise ich auf seine Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik 1844-1847.

stand des zellenvermehrenden Gewebes, des Cambium, verlassende Parenchym zeigt, lassen vermuthen, dafs es auch hier die dritte Zelle ist, in der die folgende Generation in vermehrter Anzahl gebildet wird. Von der chemischen Zusammensetzung, der dem Gewebe zugeführten Nahrungsflüssigkeit scheint es abhängig, ob die Häute der Zellen oder deren Inhalt an Masse zunehmen: eine Ammoniak enthaltende Flüssigkeit vermehrt die Dichtigkeit und Undurchsichtigkeit des Zellsaftes, so wie die Anzahl der in ihm schwimmenden Körnchen und Bläschen, während in einem Cambium, das in einer an Kohlensäure reichen Luft wuchs, sich die Zellenhäute verdickten und vergröfserten und der flüssige Inhalt klar und durchsichtig wurde; es schien aus dem Zustande des Cambiums in den eines parenchymatischen Gewebes übergegangen zu sein.

In der Gipfelknospe des Stammes, so wie in dem Cambium, das zwischen dem Ende des eigentlichen Gewebes der Wurzel und der Wurzelmütze sich befindet, sondern sich die äufseren Schichten desselben theilweise als Parenchym ab, d. h. als ein Gewebe, dessen Zellen aufgehört haben einen Saft zu enthalten, der geeignet ist zur Bildung neuer Generationen von Zellensystemen Veranlassung zu geben; dessen dritte (innere) Zellen vielmehr in ihrer ferneren Entwickelung gehemmt sind, während neben diesen aus dem Zellsafte sich andere Bläschen bilden, deren Inhalt Stoffe sind, die später zur Ernährung der Pflanze verbraucht werden.

Es ist nun die Frage zu beantworten: sind es die Zellen, die unmittelbar das Cambium zusammensetzten, die bei dieser veränderten Ernährung das Parenchym des Markes und der Rinde bilden, die unter anderen Verhältnissen fortgefahren haben würden durch endogene Zellenbildung zur Vermehrung des Gewebes beizutragen: oder sind es die in den Cambiumzellen enthaltenen Anfänge einer jüngeren Generation, die zu dem in anderer Weise thätigen Gewebe des Markes auswuchsen, denen schon bei ihrer ersten Bildung durch den Ort und die Verhältnisse ihres Entstehens es versagt war zu einer ferneren Zellenvermehrung Veranlassung zu geben. Ich entscheide mich aus folgenden Gründen für den zweiten Fall: In dem eigentlichen Cambium finden wir immer mehrere sogenannte Kernkörperchen d. h. Anfänge neuer Generationen von Zellensystemen, die zur Vermehrung der Zellen, zur Vergröfserung des Gewebes bestimmt sind; in denjenigen Zellen, die an der Grenze des Cambiums in der Umbildung zu Parenchym begriffen sind, so wie in diesem

Gewebe selbst, finden wir regelmäfsig nur ein Kernkörperchen in den unentwickelten dritten Zellen, es ist in diesem Zustande nicht zur Vergröfserung des Gewebes durch Zellenvermehrung fähig, woraus folgt, dafs in der regelmäfsig ernährten, gesunden Pflanze die in der Mitte des Cambiums befindlichen Zellen nicht den Parenchymzellen gleichwerthig sind, nicht unmittelbar diese geben können, da jene durch ihren Inhalt zur Zellenvermehrung bestimmt sind, während die Parenchymzellen vielmehr regelmäfsig nur fähig sind Absonderungsstoffe hervorzubringen. — Ferner sieht man an krankhaft ernährten Pflanzen und zwar zuerst an solchen, denen stickstoffhaltige Nahrung mangelte, während Kohlensäure im Überschusse vorhanden war, dafs nicht die Mutterzellen des eigentlichen Cambiums selbst Stärke und die übrigen Absonderungsstoffe in sich entstehen lassen, sondern die in ihnen gebildeten Zellengenerationen sich auf diese Weise entwickeln, während der flüssige, schleimige Inhalt verbraucht und eine fernere Bildung von Cambiumzellen unterdrückt wird, ja selbst gänzlich verhindert werden kann, wenn diese widernatürliche Ernährung lange genug fortgesetzt wird, wodurch dem Wachsthume und Leben der Pflanze ein Ziel gesetzt ist([1]). Dann zweitens an solchen Pflanzen, denen ein Überschufs von Stickstoff enthaltender Nahrungsflüssigkeit zugeführt wurde, während Kohlensäure mangelte, dafs auch hier die Zellen der Oberfläche des Cambiums aufhören zur Zellenvermehrung beizutragen zu Stärke enthaltenden Markzellen werden, während im Mittelpunkte des Cambium-Gewebes eine lebhafte Zellenbildung stattfindet. —

Aus allen diesen Erscheinungen scheint mir hervorzugehen, dafs die Haut einer Cambiumzelle und der damit in Wechselwirkung stehende Inhalt derselben hinsichts der physikalischen und chemischen Beschaffenheit verschieden ist, von einer jungen Parenchymzelle, dafs eine eigentliche Cambiumzelle nicht zur Parenchymzelle werden kann: wohl aber, dafs die Erzeugung von Parenchymzellen in den Cambiumzellen beschleunigt, die Bildung neuer Cambiumzellen unterdrückt werden kann durch eine Veränderung der che-

---

([1]) Ich stellte mehrere Gipfelknospen verschiedener Palmenstämme, von denen die ausgewachsenen Blätter entfernt waren, in Kohlensäure, die rasch in Menge aufgesogen wurde; nach mehreren Tagen war das Markgewebe gröfser und mehr in die Länge gestreckt und enthielt bedeutend weniger Stärke in demselben, wie eine gesunde Knospe. Die Menge der Cambium-Bündel entsprach der Menge der Stärke, es schienen bei jenen keine neuen Cambium-Bündel sich abgesondert zu haben.

mischen Beschaffenheit des zugeführten Nahrungsstoffes [1], da es nur wahrscheinlich ist, dafs der verschiedene Inhalt beider mit einer verschiedenen chemischen Mischung ihrer Häute im innigen Zusammenhange steht.

Das erste Gewebe also, das sich im Stamme von dem Cambium sondert, ist das Parenchym; es sind bei den Palmen einzelne Zellenschichten an der inneren und äufseren Seite der kegelförmigen Cambium-Spitze des Stammes, in deren Tochterzellen Stärke entsteht, während die dritte, innere Zelle in ihrem Wachsthume zurückgehalten wird, keine gröfsere Anzahl neuer Zellen in ihr sich bilden, und sie selbst oft später wieder zu verschwinden scheint. Durch diese Bildung von Parenchym, das als Mark nach innen, als Rinde nach aussen mit den Blattanlagen sich absondert, werden einzelne Bündel von Cambium-Zellen von dem übrigen Cambium getrennt, es sind dies die Anlagen der künftigen Holzbündel. —

In den Parenchymzellen des Markes treten nun Stärkebläschen auf, und zwar entstehen sie meistens zu vieren in einem zartwandigen Bläschen, das in dem natürlich ernährten Gewebe kaum zu erkennen ist, da es hier der Stärke eng anliegt, in den jüngsten Markzellen solcher Pflanzen, die einige Tage in Kohlensäure wuchsen, jedoch nicht leicht übersehen werden kann, da hier nicht nur jene Hülle weit dicker geworden ist, sondern auch so sich vergröfsert hat, dafs sie von den klein gebliebenen, noch zu vieren zusammenhängenden Stärkebläschen weit entfernt ist. Diese Bläschen oder Mutterzellen der Stärke sind später nicht mehr aufzufinden, die Stärkebläschen hängen dann meistens der Haut der Tochterzelle, (der zweiten Zelle des Zellensystemes) an, und in dem ausgewachsenen, älteren Gewebe ist auch die Stärke verschwunden, während die Tochterzelle punktirt verdickt ist [2]. Ob zu der Ent-

---

[1] Der Umstand, dafs die jüngste Anlage neuer Zellensysteme des Cambiums, die sogenannten Kernkörperchen, je nach der Mischung der Nahrungsflüssigkeit zur Entstehung von Cambium- oder Parenchymzellen Veranlassung geben können, den etwas weiter ausgebildeten, schon eine folgende Zelle (die Absonderungsstoffe bildende, zweite) enthaltenden, dagegen eine bestimmte Thätigkeit vorgeschrieben ist, macht es wahrscheinlich, dafs die chemische Zusammensetzung der äufsersten, ersten Zelle jedes Systems der verschiedenartigen Gewebe anfangs eine gleiche, dagegen die Mischung der zweiten, die Absonderungsstoffe enthaltenden Tochterzelle der verschiedenen Gewebe eine verschiedene ist.

[2] Mettenius beobachtete eine ähnliche Entstehung des Chlorophylls in kleinen Bläschen, die im Zellsafte der Haare der *Salvinia* schwimmen und beschreibt diesen Vorgang in seinem „Beitrag zur Kenntnifs der Rhizocarpeen 1846" p. 51. — Auch Naegeli

stehung dieser nicht verdickten Stellen das Anhängen der Stärkebläschen Veranlassung giebt, so wie es bei den punktirten Holzzellen durch andere Bläschen geschieht, lasse ich unentschieden, wenn mir auch viele Erscheinungen dafür zu sprechen scheinen. Die Form der Zellen ist in allen Palmenstämmen die ich untersuchte eine vieleckige, wie sie dem Markparenchyme meistens zukommt, die zu einem zusammenhängenden Gewebe eng vereinigt sind, nur bei der *Klopstockia* werden die Zwischenzellräume so bedeutend erweitert, dafs das Mark die Form des sogenannten lungenförmigen Parenchym's annimmt. Diese Zwischenzellgänge enthalten immer eine Luft die durch Ammoniak nicht aufgesogen wird, während der in den Zellen enthaltene Saft, Kohlensäure aufgenommen hat, die durch stärkere Säuren ausgetrieben wird, oder auch in älteren Geweben saftleer, mit reiner Kohlensäure gefüllt sind. Grofse Zwischenzellräume von der Form regelmäfsiger Kanäle fand Mohl in dem Markgewebe bei *Calamus, Astrocaryum gynacanthum* und *vulgare, Mauritia vinifera* und *armata*.

In allen Palmen ferner finden sich in dem Markparenchyme zwischen den Holzbündeln einzelne, senkrecht übereinander stehende Zellenreihen, die meistens mehr erweitert und länger gestreckt sind wie die benachbarten und Bündel von Raphiden oxalsaurer Bittererde enthalten, der Saft röthet überdies das blaue Lackmuspapier. Mohl sagt ausdrücklich, er habe nie Raphiden im Palmenstamme gefunden, ich kann mir dies nur dadurch erklären dafs dieselben in älteren, getrockneten Stämmen die er untersuchte, zerstört werden. In dem Gewebe lebender Pflanzen findet man sie noch lange nachdem die Stärke des Parenchyms schon verschwunden ist. Die Höhlungen der Zellen in denen sie enthalten sind, sind nicht durch Zerstörung der sich berührenden Wände mit einander vereinigt, wie es in ähnlichen Organen der Wurzeln der Fall ist, doch besitzen die benachbarten Zellen oft dünnere Wandungen sind mit Gummi gefüllt und ragen dann zum Theil in die Höhlung dieser weiten Zellen hinein, wodurch letztere das Ansehen von Gummigefäfsen erhalten.

In der Rinde enthalten die der Oberhaut näheren Zellen Chlorophyll, die das Mark begrenzenden Stärke. Die Häute dieser Zellen werden gleich-

---

sah diese Bildungsweise des Chlorophylls und der Stärke in dem Zellgewebe der *Caulerpa prolifera* (Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik 1844. I. p. 149).

falls punctirt verdickt nach dem Schwinden ihrer, in Bläschen enthaltenen, Absonderungsstoffe ([1]), diejenigen der äufseren, früher Chlorophyll, enthaltenden werden dann oft braun gefärbt. Ebenso wird das zum Theil in Holz- und Bast-Zellen umgeänderte Gewebe des Cambium-Cylinders nach der Verholzung meistens braun gefärbt und diejenige Zellen desselben, die die Form des Parenchyms annehmen, bekommen früher wie das übrige Zellgewebe verdickte, punktirte Wandungen.

Die Zellen der Oberhaut, die sich sehr früh aus dem Cambium aussondern, sind meistens mit einer hellen, durchsichtigen Flüssigkeit angefüllt. Bald nach der Sonderung aus dem Cambium enthalten sie in der Tochterzelle Stärke, die zu der Zeit des Erscheinens des Chlorophylls verschwindet. In der Oberhaut des Stammes, der Blattscheide, des Blattstieles und der unteren Blattoberfläche bilden sich zu dieser Zeit Spaltöffnungen. Bei der *Klopstockia* sah ich, dafs in einer Tochterzelle der Epiderims aufser den Stärkebläschen, zwei andere mit einer schleimigen Flüssigkeit angefüllte Bläschen erschienen, die sich beide so ausdehnten, dafs sie bald fast die Mutterzelle ausfüllten, während die Stärkebläschen jetzt deren Membran anhingen. Auf Zusatz von Ammoniak färbte sich der Inhalt dieser beiden Bläschen schön grün, (ebenso wie später diejenigen Zellen der Rinde und des Blattes in denen Chlorophyll gebildet wird) während der Saft der übrigen, nur Stärke enthaltenden, etwas kleineren Oberhautzellen nicht gefärbt wurde. Zwischen diesen beiden endogenen Zellen dritter Ordnung sammelt sich darauf ein Gas, das durch Ammoniak nicht absorbirt wird, bevor die Häute der Mutterzellen (erster und zweiter Ordnung) an dieser Stelle zerreifsen und der Atmosphäre dann Zutritt in die Spaltöffnung gestatten. Man sieht deut-

---

([1]) Denjenigen, die sich noch immer nicht von dem Vorhandensein einer das Chlorophyll und die Stärke umhüllenden Zellhaut überzeugen konnten, rathe ich eine Conferve in destillirtes Wasser, dem eine schwache Lösung von kohlensaurem Ammoniak zugesetzt worden, zu bringen und diese so längere Zeit in ihrem Wachsthume zu beobachten. Man sieht hier das Chlorophyllbläschen sich um das 3-4 fache ausdehnen, während die Farbe lichter wird und in dem Mittelpunkte ein dunkles Kernchen auftritt, das sich nach und nach zum Bläschen ausdehnt, welches eine Flüssigkeit einschliefst, die durch Jod gelb odes braun gefärbt wird. Nimmt man statt des destillirten Wassers Brunnenwasser und leitet Kohlensäure hinein, so findet sich in dem endogenen Bläschen, statt des sich mit Jod braun färbenden, ein sich blau färbender Stoff. Dasselbe findet man häufig, ohne diese Vorbereitung, in der natürlich ernährten Pflanze.

lich, dafs sich die Luft von diesem Orte aus in die Zwischenzellräume des benachbarten Gewebes verbreitet, wodurch es wahrscheinlich wird, dafs auch an der der Oberfläche entgegengesetzten Seite die Epidermialzelle an der Berührungsstelle der zuerst in ihrer Höhlung sich zwischen den beiden Schleimzellen ansammelnden Luft, eine Öffnung bekam. — Auf ähnliche Weise hat Naegeli (Linnaea Bd. 16 p. 237) die Entstehung der Spaltöffnungen beobachtet.

Oft wachsen einzelne Zellen der Oberhaut zu Borsten aus, während die ihnen zunächst stehenden, sich etwas vergröfsern und dem Grunde der Borste gleichsam als Stütze dienen, die nach der Entfaltung der Gewebe abfällt; ich beobachtete dieselben an der *Iriartea* und *Oenocarpus*. In anderen Fällen verlängern sich einzelne Bündel von Zellen über die Oberhaut hinaus zu langen, harten, sehr stechenden Stacheln, wodurch sich besonders mehrere Gattungen der Cocoineen auszeichnen. Bei der *Martinezia aculeata* Kl. wo mehrere Kreise von Stacheln unterhalb jeder Blattstielbasis hervorkommen, untersuchte ich die anatomischen Verhältnisse genauer. Sie bestehen hier aus langgestrecktem Zellgewebe und sind auf der unteren Seite von einem Bastbündel durchzogen, dafs die Fortsetzung eines in der Rinde befindlichen bildet. Oberhalb der Abgangsstelle der Stacheln wächst das epidermiale Zellgewebe zu einem Kissen aus, das sich bei der Entfaltung des Blattes ausdehnt und die, während der Knospenlage nach oben gerichteten, dem Stamme dicht anliegenden Stacheln zurückbiegt, so dafs dieselben später abwärts gerichtet sind. Eben solche Stacheln bedecken auch die Blattscheiden, die untere Blattstielfläche und zuweilen auch die untere Seite der Mittelrippe der Blätter.

Bei einigen Gattungen bedeckt ein dichter Filz von cylinderförmigen, langen, gegliederten Haaren die Oberfläche der Pflanze. Anfangs bilden diese Haare eine zusammenhängende Schicht, ein Gewebe, in dessen Zwischenzellräumen sich ein Gas ansammelt, das durch Ammoniak nicht aufgesogen wird, während in den Zellen selbst, eine helle, klare Flüssigkeit sich befindet, die durch Jod gelb gefärbt wird. In älteren Haaren wird dieser Zellsaft durch Kohlensäure ersetzt. Gründlichere Untersuchungen der chemischen Vorgänge während des Wachsthums der Haare werden vielleicht ergeben, dafs sie den jungen Organen des Stammes ebenso als Sammler und Überträger der durch die Atmosphäre dargebotenen Nahrungsstoffe dienen, wie ich es

weiter unten für die Zellen der Wurzelmütze, in Bezug auf das Gewebe der Wurzel, in Anspruch nehmen werde.

Eine sehr bemerkenswerthe Veränderung erleiden die Häute der Epidermialzellen des Stammes der *Klopstockia* insofern dieselben während des späteren Wachsthumes so verändert werden, das der Zellstoff vollkommen in einen wachsartigen Stoff umgeändert wird. Es ist diese Thatsache besonders defshalb wichtig, weil sie einen schönen Beweis von der Nichtigkeit der Theorie der Niederschläge aus dem Zellsaft als Verdickungsmittel der Zellwände liefert. Hier ist es nicht möglich, dafs Wachs als eine Ablagerung aus dem Zellsaft auf die Zellhaut oder gar als eine Ausschwitzung auf die Oberfläche derselben anzusehen, da die ganze Schicht der Oberhautzellen in heifsem Alkohol löslich ist(1). Diese Bildung desselben ist allein durch das

---

(1) Die Analyse dieser in siedendem Alkohol löslichen Zellen führte mich zu einem ähnlichen Ergebnifse, wie Boussingault es bei der Untersuchung des von *Ceroxylon andicola* Humb. et Bonpl. gesammelten Wachses erhielt. Boussingault fand diese Palme im Quindiu-Gebirge in einer Höhe von 6800′, wo die mittlere Luftwärme 14°4 R. betrug (Annales de Chimie et de Physique Tom. LIX und Erdmanns Journal Bd. V. 1835). Die *Klopstockia*, die mir das Wachs zur Analyse lieferte, wuchs in der Provinz Caracas in einer Höhe von 6000′, in einer mittleren Luftwärme von 14°4 R. — Das Wachs von *Ceroxylon* fand Boussingault zusammengesetzt aus einem in kaltem Alkohol sehr schwer löslichen, in siedendem Wasser schmelzenden Wachse und einem in kalten Alkohol leichter löslichen Harze, dessen Schmelzpunkt höher liegt wie die Siedehitze des Wassers. Ganz gleich verhält sich das Wachs der *Klopstockia*. Das Harz scheidet sich aus dem etwas verdunsteten Alkohol in Krystallen von blendender Weifse ab, die zum 2 und 1 gliedrigen Systeme gehören. In dem Alkohole bleibt ein sehr bitterer Stoff gelöst, der sich erst bei dem völligen Verdunsten abscheidet. Boussingault spricht die Vermuthung aus, es möchte vielleicht ein Alkaloid sein. Es ist ein brauner, stickstoffhaltiger, den Chinoidin ähnlicher Körper, der wohl nicht aus den farblosen Wachszellen, sondern aus dem, unter denselben befindlichen, punktirt verdickten, Chorophyll enthaltenden Rindengewebe der Palme stammt, das man bei dem Abschaben der ersteren schwierig unversehrt lassen kann. Die Verbrennung des krystallinischen Stoffes in der von Hess und Marchand zu diesem Zwecke angegebenen Vorrichtung ergab folgende Zusammensetzung desselben:

| | Substanz | $CO_2$ | $H_2O$ | | | I. | II. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Substanz = 0.2985 Gramm gab | $CO_2$ = 0.2424 | $H_2O$ = 0.338 | daraus berechnet | C. | 81.37 | 81.66 |
| | | | | | H. | 11.32 | 11.01 |
| II | » = 0.3063 | » » » = 0.2499 | » = 0.337 | | O. | 7.31 | 7.33 |

Boussingault fand folgendes Verhältnifs:

| | Substanz | $CO_2$ | $H_2O$ | | | I. | II. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Substanz = 0.320 Gramm gab | $CO_2$ = 0.960 | $H_2O$ = 0.333 | daraus berechnet | C. | 0.831 | 0.837 |
| | | | | | H. | 0.115 | 0.115 |
| II | » = 0.334 | » » » = 0.011 | » = 0.346 | | O. | 0.054 | 0.048 |

der Zellmembran inwohnende Vermögen zu erklären aus dem Nahrungssafte, mit dem sie getränkt ist, dasjenige zu assimiliren, mit demjenigen Theile desselben sich chemisch zu verbinden, der geeignet ist mit ihrer Substanz ein ihrer Natur und ihrer Bedeutung für den Pflanzenkörper entsprechendes Produckt hervorzubringen. Eine einigermafsen genaue chemische Prüfung der Zellmembranen der verschiedenen Gewebe mit Berücksichtigung der Entwikkelungsgeschichte derselben wird überall in dem organischen Körper eine solche chemische Veränderung seiner Elementarbestandtheile nachweisen. Als auffallendste Beispiele erinnere ich hier nur an die Veränderung der Häute des Bastgewebes der Farne, Palmen u. a. m. wo zugleich mit der chemischen Umsetzung eine Farbenänderung eintritt, oder an die Verbindungen gewisser Zellhäute mit bestimmten erdigen Bestandtheilen, wie der Kieselerde in den Oberhautzellen und den Bastfasern der Gräser, der Kalkerde in der Zellmembran vieler Wasserpflanzen z. B. der Converven, Charen, Potamogotenen etc.; es bietet dieser Gegenstand noch ein weites, bisher fast gänzlich unbekanntes Feld der organischen Chemie, dessen Bearbeitung dem Physiologen eine der nächsten Aufgaben sein mufs. —

Wir sahen oben, dafs durch das Entstehen der Parenchymzellen an bestimmten Stellen des Cambiums einzelne Bündel dieses letzteren von der

---

· Diese durch die Rechnung gefundenen, scheinbar von den meinigen abweichenden Zahlen nähern sich denselben jedoch mehr, wenn man für ein Äquivalent des Kohlenstoffs, die von **Dumas** angegebene Zahl 75 der Rechnung zum Grunde legt, wie ich es that.

Die Verbrennung des Wachses gab folgende Resultate:

| | | | | | I. | II. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I Substanz = 0.288 Gramm gab | $CO_2$ = 0.2275 | $H_2O$ = 0.0369 | | C. | 78.99 | 78.81 |
| | | | daraus berechnet | H. | 12.74 | 12.10 |
| II » = 0.285 | » » » = 0.2246 | » = 0.0345 | | O. | 8.27 | 9.09 |

Boussingault fand für den von ihm abgeschiedenen Körper:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I Substanz = 0.297 Gramm gab | $CO_2$ = 0.872 | $H_2O$ = 0.350 | | C. | 0.812 | 0.816 |
| | | | daraus berechnet | H. | 0.113 | 0.133 |
| II » = 0.308 | » » » = 0.909 | » = 0.369 | | O. | 0.057 | 0.051 |

Diese etwas gröfsere Kohlenstoffmenge der Boussingault'schen Analyse rührt vielleicht daher, dafs das Wachs nicht gänzlich von dem an Kohlenstoff reicheren Harze frei war. Dem Ergebnisse meiner Analyse zu vertrauen bin ich um so mehr berechtigt, da ich die gröfsere Sicherheit des von mir benutzten Apparates noch dadurch erhöhte, dafs ich, auf den Rath meines Freundes W. Heintz, Kupferoxyd hinter der zu verbrennenden Substanz anbrachte und vor der Verbrennung zum Glühen erhitzte, um eine Verpuffung der Zersetzungsprodukte zu verhindern. —

Hauptmasse getrennt und durch die nach oben hin fortschreitende Umbildung des Cambiums in Parenchym in bestimmter Richtung verlängert wurden, bis sie endlich, mit der sich von der cambialen Spitze des Stammes entfernenden Blattanlage zusammentreffend, in das Gewebe dieser sich hineinverlängerten. In dieser cambialen Holzbündel-Anlage, deren unteres Ende in dem Cambium-Cylinder liegt der Rinde und Mark trennt, dauert nun gleichfalls noch die Zellenvermehrung und eine gleichzeitige Umbildung in Parenchymzellen eine kurze Zeit fort, wodurch das diese Holzbündel umgebende Parenchym, wie dieses cambiale Holzbündel selbst, noch nach der Trennung von dem Cambium der Gipfelknospe an Umfang gewinnen.

Die erste Sonderung in den Zellen dieser Holzbündelanlage besteht in der Bildung von Spiralfasern, durch Verwachsen einer senkrechten Zellenreihe, der Mitte dieses Bündels nahe. Es nimmt diese echte, abrollbare Spirale ihren Anfang von dem ersten Trennungspunkte der Holzbündelanlage, von dem Cambium-Cylinder und schreitet von hier nach den höheren, später von dem Cambium der Spitze getrennten Theilen desselben fort, sich in das Blatt, gleichzeitig mit der in diesem stattfindenden Umbildung des Cambium, von unten nach oben verlängernd. Da mit der ersten Trennung der Holzbündel-Anlage von dem Cambium-Cylinder in diesem noch nicht die bildende Thätigkeit erlischt, sondern sowohl die Vermehrung der Cambium-Zellen wie die Umbildung in Parenchym eine Zeit lang fortbesteht und zwar letzteres nicht nur in tangentialer, sondern auch in radialer Richtung so bleibt die ursprüngliche Trennungsstelle des Holzbündels von dem Holzcylinder nicht das untere Ende desselben, sondern wird durch diese in dem cambialen Holzcylinder selbst fortdauernde Parenchymbildung noch etwas nach unten verlängert. Diese Verlängerung ist nicht als ein Abwärtswachsen des Holzbündels anzusehen, sondern ein rein passives, allein durch die fortdauernde, theilweise Umbildung der Zellen des Cambiumcylinders im Parenchym veranlafst, und zwar besonders dadurch, dafs diese Umbildung auch in radialer Richtung erfolgt, wodurch der Cambium-Cylinder in senkrechte Bündel von Parenchym und Cambium getrennt wird von denen Letztere die Verlängerungen der Holzbündelanlagen bilden. Dies Parenchym, das die Rinde mit dem Marke verbindet, und daher mit den Markstrahlen der Dicotylen verglichen werden kann, verholzt etwas früher zu punctirt verdickten Zellen, wie diese

besitzt es häufig eine von dem Parenchym abweichende Form, den tafelförmigen Zellen ähnlich.

Über die Bildungsweise der ersten, sehr engen, abrollbaren Spiralen, die aus den Cambiumzellen entstehen, kann ich keine Beobachtungen angeben; sie entzieht sich bei den jetzt anwendbaren Hülfsmitteln gänzlich allen, auch den aufmerksamsten Nachforschungen, uns bleiben nur Vermuthungen auf die sehr ähnliche Form der Spiralzellen gestützt, die oft den Anfang der Bildung der Spiralfasern machen, ohne wie diese vereinigt zu sein. In diesen langsamer vor sich gehenden Bildungen hat man Gelegenheit zu sehen, dafs sie aus einer ähnlichen Grundlage hervorgehen, wie die punctirten Zellen die ich schon früher (de cella vitali p. 33. T. I. Fig. 2.) beschrieb und abbildete, und die ich seitdem oft beobachtete. (Vergl. T. VIII Fig. 1. *b*).

Diesem ersten Erscheinen der Spiralen folgt nun das Entstehen anderer Holzfasern in ihrer Nähe, indem zugleich die Bildung neuer Zellen im Umkreise des Cambium-Bündels aufhört, wodurch der Vermehrung der Parenchymzellen ein Ziel gesetzt ist. Diese äufseren Zellen des cambialen Holzbündels besitzen eine spindelförmige oder cylinderische Gestalt; in denjenigen, die dem Parenchym zunächststehen, befinden sich häufig noch die Anfänge einer neuen Generation, die sogenannten Zellkerne, die dann in ihnen senkrecht übereinander liegen, und auch an älteren Holzbündeln noch deutlich erkennen lassen, dafs an dem ganzen Umkreise desselben die Parenchymbildung stattfand.

Mit der Sonderung jener spindelförmigen Zellen zugleich erscheinen in der Mitte des Cambiumbündels eine oder zwei sehr erweiterte, verticale Zellenreihen, die, umgeben von den trüben, undurchsichtigen, doch gleichfalls etwas erweiterten Cambium-Zellen, sich durch ihren klaren Inhalt auszeichnen: sie durchziehen das ganze Bündel, auch den unteren Theil, der keine Spiralen besitzt; hier sind sie dann von einer geringen Schicht Cambium-Zellen umgeben, indem der gröfste übrige Theil des Holzbündels aus jenen spindelförmigen Zellen besteht. In diesem untersten den Holzcylinder bildenden Theil des Holzbündels ist nur eine, dieser weiten Zellenreihen vorhanden, während sich in den oberen umfangreicheren Theilen meistens zwei derselben befinden, die dann durch eine einfache oder mehrfache Schicht von Cambium-Zellen getrennt sind.

Zwischen diesen sehr weiten, mit einem klaren Safte erfüllten, Zellenreihen und den zuerst in dem Cambium entstandenen abrollbaren Spiralen entstehen nun, durch Ausdehnung der Cambiumzellen, eine gröfsere Menge von Holzfaseranlagen, den Spiralen zunächst die zuerst auftretenden engeren, weiter von ihnen entfernt ähnliche von gröfserem Durchmesser. Alle enthalten eine klare durchsichtige Flüssigkeit, in der meistens nur nach Anwendung von Jod zartwandige kleine Bläschen sichtbar werden. Zuweilen findet man indessen auch in diesen neuen Fasern des Stammes einen ähnlichen festen gallertartigen Stoff, wie er sich in den Zellen und Fasern der durch stickstoffreiche Flüssigkeit ernährten Wurzel fand (man vergl. w. u.), der sich im Wasser löste und dann die Bläschen erkennen liefs die er umhüllte.

Durch diese Umänderung des Cambiums in spindelförmige Zellen an der Oberfläche des Bündels, besonders an der der Stammoberfläche zugewendeten Seite desselben, so wie in Holz-Zellen und-Fasern in der Nähe der Spiralfasern, ist in dem etwas weiter ausgebildeten Holzbündel das Cambium auf eine kleine Stelle in der Mitte desselben beschränkt: es besteht hier aus engen, dünnwandigen, cylinderförmigen Zellen, die mit einer trüben, Körnchen und Bläschen enthaltenden Flüssigkeit erfüllt sind die durch Jod, mit ihrem Inhalte an festen Bestandtheilen, gelb gefärbt werden; Stärke ist weder in diesen Zellen noch in den übrigen des Holzbündels zu irgend einer Zeit enthalten.

In etwas älteren Holzbündeln, deren Spiralfasern mit dem oberen Ende schon in eine Blattanlage verlängert sind, enthalten die früher spindelförmigen abgerundeten, jetzt zugespitzten oder prismatischen Zellen des Umkreises sowohl wie die die Spiralfasern umgebenden Holzzellen eine gummiartige Flüssigkeit die durch Ammoniak grün gefärbt wird, es sind dann die Häute dieser Zellen meistens schon etwas stärker geworden, als Anfang einer jetzt schon beginnenden Verdickung. Das Prosenchym erhält zuerst an der Grenze des Parenchyms die verdickten Wandungen, und zwar vorzüglich die senkrechten Wände, während die wagerechten nicht verdickt werden, ja selbst häufig später verschwinden wodurch eine Vereinigung der Zellen zu Fasern hervorgebracht wird; dann folgen die dem Mittelpunkte des Bündels näheren Zellen, die Verdickung dieser Haut ist meistens gleichförmig, selten durch einzelne Poren-Canäle unterbrochen. Die Verdickung der den Spiralen nahestehenden Zellen zu punktirten oder treppenförmigen und ihre Vereinigung

zu Holzfasern, beginnt jedoch mit den sie unmittelbar berührenden und erstreckt sich später auch auf die der Mitte des Bündels näheren; auch hier werden nur die senkrechten Wände, nicht die wagerecht sich berührenden verdickt, welche letzteren später mit der vorschreitenden Zunahme der ersteren immer undeutlicher werden und endlich ganz verschwinden, wodurch die Höhlungen der Zellen dieser senkrechten Reihen miteinander vereinigt werden. Die Verdickung der Häute dieser Fasern ist immer ungleichförmig, was ich mir durch das Vorhandensein jener endogenen Bläschen ([1]) erkläre, die dort wo sie der Tochterzelle anliegen die Verdickung dieser verhindern. Die zuerst sich verdickenden, den Spiralen zunächst stehenden, erhalten dadurch das Ansehen punktirter Fasern, (vasa porosa s. d.) die weiteren das der treppen-oder leiter-förmigen. Bei den sich berührenden senkrechten Wänden zweier benachbarten Fasern nehmen diese Bläschen immer eine einander entsprechende Lage ein, so dafs an den engeren die scheinbaren Poren, bei den weiteren die abwechselnd verdünnten und verdickten wagerechten Linien zweier Fasern neben einander liegen. Dort wo die engen cylinder- oder spindel-förmigen Zellen des Cambium die Wandungen der sehr weiten, kanalartigen Fasern berühren, findet sich aufser diesen verdünnten Stellen, die durch die im Innern der Gefäfse enthaltenen Bläschen hervorgebracht wurden, noch ein Netzwerk verdickter Streifen, erzeugt durch die gleichförmig stark verdickten Winkel der verschiedenen sich hier berührenden Wände dieser Gewebe-Zellen mit den Faserwandungen. Durch diese senkrecht oder schräg der äufseren Wand anliegenden Streifen werden dann die langen, wagerechten Verdickungslinien der Haut der Tochterzelle in zwei oder mehrere Stücke abgetheilt.

Alle diese Erscheinungen während der Umbildung der weiten, aus senkrechten Zellenreihen entstandenen Kanäle deuten auf eine innere Verbindung und Wechselwirkung derselben mit den zunächst sie umgebenden Zellen hin, wofür auch einige, im krankhaften Zustande des Pflanzengewebes eintretende, Vorgänge, die ich weiter unten berühren werde, sprechen: ich

---

([1]) Meyen scheint schon denselben Vorgang beobachtet zu haben (siehe dessen Physiologie III. p. 20) nur irrte er darin, dafs er diese Bläschen für Kügelchen hielt, durch deren Aneinanderfügung und Verwachsung nach bestimmten spiraligen Richtungen die Verdickung der Spiralen wie die getüpfelten Fasern gebildet würden.

zähle dieselben daher in die Reihe von Elementarorganen, die als Gummi-und Harz-Kanäle bekannt sind, wo gleichfalls die, eine Faser zunächst umgebenden Zellen von der Absonderung des in diesen enthaltenen Stoffes Theil nehmen, zum Theil in die Höhlung derselben hinein sich ausdehnen, während die Haut der Faser zerstört wird, oder vielleicht zerstört wird, wenigstens ist es so schwierig, eine solche dann zu entdecken, dafs diejenigen Beobachter, die die Entwickelungsgeschichte vernachlässigten, diese mit Gummi, Harz oder ähnlichen Stoffen angefüllten Kanäle für Zwischenzellräume hielten. Auch die vergleichende Anatomie spricht für die ähnliche Bedeutung dieser in dem Palmenholzbündel vorhandenen Kanäle mit den gummiführenden, worauf schon Moldenhauer hingeführt sein würde, wenn er sie nicht in seinen sonst vortrefflichen „Beiträgen zur Anatomie der Pflanzen 1812 p. 129 bis 134" irrthümlich mit den *vasibus propriis* zusammengebracht hätte.

Auf jene Gummi- und Harz-Kanäle an denen die ursprüngliche Haut der Faser durchaus nicht mehr zu erkennen ist, die in dem ausgebildeten Zustande aus einem von Zellgewebe umschlossenen und dadurch gebildeten Rohre zu bestehen scheinen, ist der Ausdruck Gefäfs zu beschränken, wenn man nicht anatomisch gleichbedeutende, gleichartig gebaute Organe durch verschiedene Bezeichnungsweisen von einander trennen will; es wird die Pflanzenfaser auf die gleiche Weise zu einem Gefäfse wie sich die einfache, aus einer einfachen Zellenreihe entstandene Capillarfaser, das Capillargefäfs, des thierischen Gewebes durch die spätere Entwickelung zu dem von einem Gewebe gebildeten Gefäfse verändert.

Wenn nun auch diese weiten Kanäle des Palmenholz-Bündels physiologisch in die Reihe der Gummigefäfse gehören, so wäre es doch wohl sehr unpassend aus dieser Ursache sie Gefäfse zu nennen. Die Gewebelehre darf sich nur von anatomischen Thatsachen bei der Eintheilung und Bezeichnung ihrer Gegenstände leiten lassen; ich halte es für richtig, so lange die Haut der ursprünglichen Faser zu erkennen ist, diese Benennung beizubehalten, wenn wir auch finden, dafs an einem andern Orte das gleichgebildete Organ zu einem Gefäfse wird (siehe T. VII Fig. 3. 4. 5.) daher diese Kanäle der Palmen mit netzförmig verdickten Wandungen netzförmige Fasern oder, in ihrem jüngeren Zustande wo sie Gummi enthalten, Gummi-Fasern zu nennen. —

Während der Verholzung der Tochterzelle dieser Fasern und Zellen des Holzbündels wird die Höhlung derselben allmählich ihres flüssigen In-

haltes entleert, der sich gegen chemische Reagentien wie ein Gummi verhält, und statt dessen mit Kohlensäure angefüllt. Ähnlich wird der Bildungsvorgang bei der ersten eigentlichen Spirale sein: auch hier sieht man, dafs die in der Höhlung sich befindende Flüssigkeit durch luftförmige Kohlensäure ersetzt wird. Die Entstehung der Spiralfasern nimmt, wie gesagt, von ihrem untern Ende ihren Anfang und setzt sich ununterbrochen durch den oberen Theil des Stammes in das Blatt hinein fort, auch hier der fortschreitenden Entwickelung desselben von unten nach oben folgend.

Die Umformungen der übrigen Cambium-Zellen des Holzbündels nehmen gleichfalls bei dem untern Ende desselben ihren Anfang, sie beginnen schon in dem Cambium-Cylinder der aus diesen unteren Enden der Holzbündel zusammengesetzt zu sein scheint. Sowohl die Gestaltung der spindelförmigen Bastzellen, wie die senkrechte Anordnung der erweiterten Zellen zu Holzfasern beginnt hier, und setzt sich in die höheren Theile des Stammes und Blattes fort. Man findet im Stamme und in den unteren Theilen des Blattes die vollständig angelegten Holzbündel mit den schon fertigen Spiralfasern, während die oberen Theile des Blattes noch cambiales Gewebe sind. Die Anzahl der Holzzellen nimmt beständig zu je weiter sich das Holzbündel von dem Orte des ersten Auftretens entfernt, während die Menge der Bastzellen sich verringert. Die Verholzung jedoch aller dieser Gewebe in der oben beschriebenen Weise folgt nicht gleichmäfsig der Anlage derselben; sie beginnt erst mit der vollendeten Anlage der Gewebe des Blattes mit der beginnenden Entfaltung desselben, sich von den oberen zuerst sich entfaltenden Theilen dieses, in die unteren und in den Stamm hinein fortsetzend, so dafs die Spitze des Blattes schon vollkommen verholzte Bündel besitzt, wenn in der Basis desselben noch dünnwandige Fasern vorhanden sind, die sich auch als solche in den Stamm fortsetzen. Hier im Stamme schreitet die fernere Verdickung der dünnwandigen Zellen nicht so ununterbrochen von dem oberen mit dem Blatte zusammenhängenden Theile nach dem Holzcylinder durch das Mark hindurch fort, sondern die der Oberfläche näheren Theile bekommen früher verdicktes Holz- und Bast-Gewebe wie diejenigen im Marke, es scheint der zu dieser Umänderung nöthige Stoff ebenso durch das Rindengewebe zugeführt zu werden, wie es offenbar durch die oberen mit der Atmosphäre in Berührung tretenden Blatttheile geschieht.

Der Rest nun endlich des Cambiums, der die Mitte des Holzbündels einnimmt, — da die Zellen des Umkreises und besonders an der nach der Rinde gewendeten Seite in Bastzellen die der Markseite in Holz-Zellen und-Fasern verändert wurden, — hört mit dieser veränderten Thätigkeit des das Parenchym begrenzenden Theiles gleichfalls auf zur Entwickelung neuer Zellen zu dienen. Man findet in dem zu Cylinder- oder Spindel-Zellen von verschiedener Weite umgeformten Gewebe eine mit Körnchen und Bläschen angefüllte Flüssigkeit die durch Jod gelb gefärbt wird. Die Haut der äufseren Zellen (Mutterzellen des Systemes) ist sehr wenig verdickt, die der nächst inneren, die Absonderungsstoffe enthaltenden Tochterzelle, ist unverändert wie es gewöhnlich stattzufinden pflegt so lange in dem Inhalte einer Zelle der Bildungsprozefs fortbesteht.

Gehen wir bei der Betrachtung der das fertige Holzbündel zusammensetzenden Gewebe von dem unteren, in dem Holzcylinder liegenden Ende aus, so finden wir zuerst ein gänzlich in verdickte Prosenchymzellen umgeändertes Bündel, entweder einzeln oder mit anderen, ähnlichen, einfachen Holzbündeln seitlich verbunden. Etwas höher hinauf findet sich in ihrer Mitte eine Reihe erweiterter Zellen die zu einer Faser vereinigt ist; es hat diese Anordnung der verschiedenen Gewebe ganz das Ansehen der einzeln in dem Marke und der Rinde der Wurzeln vorkommenden Gummigefäfse oder gefäfsartigen Gummifasern die auch oft durch eine Schicht verdickter Bastzellen von dem Parenchym getrennt sind und es ist gewifs nicht unwahrscheinlich, dafs durch eine ähnliche Thätigkeit in dem Gewebe beider die ähnliche oder gleiche Form hervorgerufen werde. —

Diese in dem unteren dem Holzcylinder nahen Ende des Holzbündels befindliche enge Gummifaser wird in dem höheren von einer gröfseren Menge von Parenchym umgebenen Theile des Bündels weiter und fast regelmäfsig in seiner Anzahl vermehrt; gewönlich finden sich in dem Theile des Holzbündels der im Marke verläuft zwei dieser weiten Fasern, die dann in die Blattanlage sich hineinverlängern, mit deren Verholzung, die Verdickung ihrer Wände, in dem zuerst entfalteten Theile des Blattes beginnt und mit dieser gleichzeitig vorschreitet. Nicht selten finden sich die nebeneinander liegenden Enden der diese Gummifaser zusammensetzenden Zellen erhalten, besonders dort wo eine einzelne Faser durch zwei fortgesetzt wird, diese Enden

sind dann abgerundet und punktirt oder durch benachbarte Cambiumzellen netzförmig verdickt.

In diesen verholzten netzförmigen Fasern findet sich häufig, wie dies auch bei den nicht verholzten Gummi-Gefäfsen oft während des regelmäfsigen Verlaufes ihres Wachsthums sich zeigt, (in Folge einer Veränderung des Saftflusses), eine Vergröfserung der benachbarten Zellen, wodurch nicht selten die ganze Höhlung desselben ausgefüllt wird. In der botanischen Zeitung 1845 p. 225 findet sich von einem Ungenannten diese schon seit Malpighi beobachtete aber verschieden gedeutete Thatsache sehr schön erörtert. Der Verfasser macht darauf aufmerksam, dafs die Entstehung der Bläschen beständig von den Poren oder Spalten des Gefäfses seinen Anfang nimmt; es stimmt dies durchaus mit meinen Beobachtungen überein und ich zweifle nicht, dafs die zellige Ausfüllung der Gefäfse und Fasern durch Vergröfserung der benachbarten Zellen entstehe. Überdies kann aber ein zweiter Fall eintreten und auch diesen glaube ich beobachtet zu haben, nämlich dafs nicht nur die benachbarten Zellen sich erweitern sondern, dafs auch die in der Faser selbst vorhandenen Bläschen, durch deren Ankleben an der Haut der Tochterzelle die nicht verdickten Stellen entstanden, bei der in diesem Falle krankhaft veränderten Nahrungsflüssigkeit, sich ausdehnen und zur Füllung des Gefäfses beitragen. Welche chemischen Verhältnisse nothwendig sind um das Wachsthum dieser oder jener Zellen von Neuem anzuregen kann ich bis jetzt nicht entscheiden, es scheint mir jedoch die Vergröfserung jener Porenbläschen auf eine noch gröfsere Selbstständigkeit und Unabhängigkeit der Gewebe von dem Gesammtleben des Organismus hinzudeuten. Ich fand diese Erscheinung nur dort wo durch Verletzung eines Theiles des Pflanzenkörpers das Gewebe dem unmittelbaren Einflusse der Feuchtigkeit und Luft ausgesetzt war, wo dann gewöhnlich nicht nur in den Fasern sondern auch in dem Zellgewebe die Porenbläschen sich fadenartig ausgedehnt hatten und zu den Bildungen Veranlassung gaben die Nägeli in der Linnaea 1842 p. 278 als neue Pilzarten beschrieb und t. xi abbildete. Sowohl in dem oberirdischen wie in dem unterirdischen Stamme der Palmen kommt diese Erscheinung vor, die ich überdies in vielen Rhizomen der Monocotylen und dem Gewebe der Farne beobachtete, und die sicher in jedem Pflanzengewebe eintreten kann, wo sie in gewissen Fällen als Trockenfäule lange bekannt ist.

Betrachten wir nun die übrigen zwischen diesen beiden Faserformen (der Spirale und Netzfaser) sich bildenden Fasern, die Übergangsformen zwischen beiden zu sein scheinen, da die engeren in der Nähe der Spiralen stehen, und sich in gröfserer Entfernung von diesen mehr erweitern: so finden wir dafs diese Ähnlichkeit mit den netzförmigen Fasern wohl nur durch die gröfsere Weite hervorgebracht ist, denn sie stehen nicht in so inniger Wechselwirkung mit dem benachbarten Gewebe, wie die in ihrer Thätigkeit von diesem abhängigen Netzfasern, sie bilden sich aus dem Cambium durch eine in sich abgeschlossene Thätigkeit: sowohl der Inhalt wie die Wandung durchläuft die oben beschriebenen Veränderungen ohne unmittelbare Einwirkung der benachbarten Zellen, daher stehen sie auch zu ganzen Bündeln und Geweben vereinigt unmittelbar nebeneinander. In dem Holzbündel der Palmen erscheinen sie dort wo der Anfang der Spirale sich findet und ihre Anzahl vermehrt sich während des Verlaufes des Bündels durch das Mark bedeutend, so dafs dort, wo dasselbe aus dem Marke nach der Rinde sich wendet, der gröfste Theil des ganzen Holzbündels aus solchen Treppen- und Poren-Fasern (die wohl mit den Spiralfasern passend als Holzfasern kurz zu bezeichnen sind) besteht. Nicht selten findet man zu diesen später sich bildenden Fasern Übergangsformen aus dem gleichfalls verholzenden Cambium, indem die in senkrechte Reihen geordneten Zellen noch nicht zu Fasern vereinigt sind.

Auch die Wandungen der cylinderischen oder spindelförmigen Cambiumzellen verdicken sich später etwas, doch behält der Inhalt beständig das Vermögen zur Entstehung neuer Zellen Veranlassung geben zu können. Für die Cambium-Zellen des Holzcylinders wird es durch die an allen Theilen des Stammes unter Umständen später entstehenden Wurzeln bewiesen, deren Fasern sich dann auch in die, schon von dem Holzcylinder getrennten Bündel hineinverlängern, zur Verdickung der Faserschichte derselben beitragend. In noch gröfserem Maafsstabe findet dies letztere während der Entwickelung der Knospen in den oberen Theilen der Holzbündel statt, indem die in dem Gewebe der Knospe entstehenden Holz-Bündel sich an diese anlegen, und ihre Fasern sich durch Umformung des Cambiums im Holzbündel des Stammes in diese hinein fortsetzen, wodurch Schleidens Meinung (Grundzüge 1845 p. 243) widerlegt wird, dafs mit der einmal erfolgten Ausbildung des Holzbündels jede Neubildung in dem Cambium derselben aufhöre.

Die Zellen dieses Cambiums werden meistens jetzt „eigene Gefäfse, vasa propria", genannt, selbst von Schriftstellern die zugeben, dafs dies Gewebe nicht aus Gefäfsen, sondern aus Zellen besteht. Es ist dies ein Fehler der nur Verwirrung in die Kenntnifs des Baues der Pflanzengewebe gebracht hat.

Malpighi der Gründer der Pflanzenanatomie beschrieb in seinem unsterblichen Werke: „*Anatomes plantarum.*" *Pars prima.* 1671. *pag* 13 die vasa propria seu peculiaria, jetzt Milchsaftgefäfse und Gummi- oder Harz-Kanäle genannt, indem er sagt: „— — — *in herbarum arborumque compage ultra tracheas et fistulas peculiare vasculum interdum deprehendi diximus, terebinthina, gummi, quandoque concreto et proprio refertum succo et humore.*" Er erkannte sehr wohl den Bau dieser Gefäfse die er Taf. VII Fig. 30. von *Sambucus Ebulus* zeichnete und trennt sie, wie die Spiralfasern, von dem Zellgewebe.

Ein Irrthum in den dieser grofse Mann bei der Untersuchung des Holzbündels des Mays verfiel, indem er dort wo aus dem Cambium-Gewebe desselben der trübe Inhalt hervorquoll ein vas proprium vermuthete (pag. 24 Tab. IV Fig. 15) scheint die Veranlassung der seither fortdauernden Verwechselung gegeben zu haben. —

Nach ihm machte Mirbel (Jour. de phys. Tom. LIII) bei der Beschreibung des Mays denselben Fehler und leider gelang es Moldenhauer nicht, durch seine trefflichen „Beiträge zur Anatomie der Pflanzen 1812", in denen er die Ursache des von Malpighi und Mirbel begangenen Irrthums nachwies, denselben aus der Wissenschaft zu verbannen.

Eine ähnliche Unsicherheit wie in der Kenntnifs dieses Cambiums bisher herrschte, waltet auch über die Bestimmung des vierten Gewebes der Holzbündel der Palmen, über denjenigen Theil der die übrigen Gewebe des Bündels umhüllend, dieselben gegen das Parenchym absondert, der in den unteren, von wenig Parenchym umgebenen Theilen des Bündels in gröfster Menge vorhanden ist, während er dort wo die Bündel im Markgewebe verlaufen immer mehr abnimmt, von den meisten Schriftstellern Bast genannt.

Malpighi beschreibt den Bast (*Anatomes plantarum idea p.* 2): „*liber fibris ligneis reticulariter se invicem amplexantibus constat.* — — *qualibet fibra insignis fistulis invicem hiantibus constat, humoremque fundit*" *etc.*

Ähnliche Ansichten hatten Leeuwenhoeck und Hedwig. Mirbel hielt den Bast für Zellen die durch Klappen sich in einander öffneten. Link

beschreibt den Bast in seinen Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen 1807 p. 17 als Zellen mit schiefen Endflächen, er sagt p. 19 von dem braunen Zellgewebe das das Farnholz umgiebt: „Da diese Zellen keine abgesonderte Grundfläche zeigen, sondern die Seitenwände sich nur schief an einander legen, so rechne ich dieses Zellgewebe zu dem Bast. — Er bemerkt dies gegen Bernhardi der dies Gewebe dem Parenchym anreiht. Moldenhawer erklärte, wie Link, den Bast für langgestreckte Zellen mit zugespitzten Enden, und zeichnete sie Taf. 2 Fig. 16, nennt sie aber dessenungeachtet wegen des langen röhrigen Baues: „Gefäfse" oder „Bastgefäfse". Es scheint fast, als sei ihm der Unterschied zwischen Gefäfs und Zelle hier nicht recht klar gewesen. Ihm folgen Kieser „Phytotomie pag. 209" und Meyen „Phytotomie p. 134". —

In seinen Vorlesungen über die Kräuterkunde 1843 giebt Link eine andere Ansicht über die Natur des Bastgewebes, er beschreibt es pag. 86, von dem Baste des Flachses und Hanfes ausgehend, allgemein als „Baströhren, tubuli fibrosi" d. h. dicke Röhren in der Regel ohne Querscheidewände „wo diese sich finden durchziehen sie nur die Höhlung ohne die dicken Wände zu durchschneiden, da man hingegen an einer Reihe von Parenchymzellen deutlich sieht, wie die Wände der Zellen selbst an der Scheidewand Theil nehmen. Denn die Querwände der Zellen im Parenchym entstehen dadurch, dafs die Zellen aufeinander stehen: diese Wände sind also eigentlich keine wahren Querwände, in den Baströhren sind sie es aber allerdings. Die Baströhren endigen sich mit verschlossenen, stumpfen Enden, bald hier bald da, sind also von verschiedener Länge, und gleichen in dieser Rücksicht dem Prosenchym". Nach dieser neuesten Beschreibung des Bastes von Link ist derselbe also einer verdickten Prosenchymzelle ähnlich, in der hin und wieder Querscheidewände auftreten.

Mohl bestätigt bei der Beschreibung des Baues des Palmengefäfsbündels (Vermischte Schriften 1836 p. 137) in Bezug auf die äufserste Schicht desselben die das Holz und das Cambium umgiebt und sie von dem Parenchym trennt Moldenhawers Angaben über den Bast indem er sagt: „der Bast besteht aus dickwandigen prosenchymatösen Zellen", wodurch er zugleich Kiesers Behauptung, dafs die Bastzellen der Monokotylen horizontale Scheidewände hätten, widerlegen will und also auch der Ansicht Links nicht beitritt, so wie auch diese beiden ausgezeichneten Anatomen über die

Bedeutung des braungefärbten Gewebes das den Holzcylinder der Farne umgiebt verschiedener Meinung sind, indem Link dasselbe dem Baste, Mohl es aber dem Parenchyme zuzählt. Es ist dies ein Beweis wie sehr schwierig es ist über die Natur eines organischen Körpers, ohne die Entwickelungsgeschichte desselben zu berücksichtigen, zu einer Einsicht zu gelangen.

Wir sahen, dafs der Rest des Cambiumcylinders nach beendigter Parenchymbildung zu spindelförmigen Zellen auswuchs, welche Form auch die äufseren Schichten der von dem künftigen Holzcylinder getrennten Holzbündel annahmen, nachdem keine Parenchymzellen mehr aus ihnen hervorgingen, während in der Höhlung dieser spindelförmigen Zellen sich ein gummiartiger Stoff absonderte, in dem oft der jetzt einfache Zellkern schwamm, ohne dafs eine Bildung von Bläschen zu erkennen wäre. Später verschwindet dieser flüssige Inhalt, während die Haut der Tochterzelle verdickt, oft braun oder schwarz gefärbt wird und Kohlensäure die Stelle der Flüssigkeit ersetzt. Diese Zellen, eine höhere Entwickelungsstufe des Cambiums, bestimmt zur Hervorbringung von Parenchym, was durch günstige Verhältnisse wieder eingeleitet werden kann, also eine Hemmungsbildung von Mutterzellen für Parenchym, sind das Bastgewebe des Palmenstammes und diesen Charakter sehe ich als den des Bastgewebes überhaupt an, weshalb sowohl Zellen als die späteren Umformungen derselben die Fasern hieher gehören können.

Die Holzzelle dagegen ist unmittelbar hervorgegangen aus einer Cambiumzelle deren Haut eine Änderung ihrer Bildungsthätigkeit erfuhr, sie enthielt nie die Anfänge von Parenchymzellen wie sie auch nie unmittelbar in diese umgeformt wird. Durch die Vereinigung ihrer Höhlungen entsteht die Holzfaser, indem, wie bei den Bastfasern, die (in dem aufrechten Stamme) senkrechten Wandungen der übereinander gereihten Zellen verdickt werden, während die wagerechten sich nicht verdicken im Gegentheil später verschwinden. —

Auf Querschnitten des verholzten Bastgewebes sieht man, dafs die Wandungen aus Schichten bestehen die nicht immer die gleiche Dicke und Färbung besitzen: es ist die Tochterzelle deren Haut einen intermittirenden oder periodisch veränderten Zuflufs des Nahrungsaftes, durch diese schichtenweise Zunahme seiner Dicke zu erkennen giebt. Der Umstand, dafs nur die senkrechten, nicht die wagerecht sich berührenden Wandungen verdickt sind, entspringt vielleicht aus einer bestimmten Richtung in dem Zuflusse des

Nahrungssaftes. Dafs diese Verdickungsschichten mechanische Niederschläge des Zellsaftes nach dem Austrocknen desselben auf die innere Oberfläche der Zellwand seien, wie es wohl geglaubt wird, ist nicht richtig und für diejenigen Fälle mit Leichtigkeit als falsch zu beweisen, wo diese sich verdickende, zweite Zelle noch von einer dritten, gleichfalls verdickten Zelle, ausgekleidet wird. Meistens ist letztere, so wie die erste, äufserste des ganzen Systems nicht verdickt und dann schwierig zu erkennen. Diese beiden verhalten sich in der Regel sehr ähnlich, sowohl in Hinsicht ihrer physikalischen Eigenschaften, wie gegen Reagentien und meistens beide abweichend von der zwischen ihnen befindlichen Haut der zweiten Zelle. (Vergl. Taf. VII. Fig. 2).

Diese Letztere, die Tochterzelle, scheint in der That besonders der Ernährung des pflanzlichen Organismus vorzustehen, da sie, wie ich schon früher bemerkte, entweder in ihrer Höhlung zur Erzeugung von Absonderungsstoffen Veranlassung giebt, die später wieder zur Ernährung anderer Theile verbraucht werden oder indem durch Assimilation des von Aussen zugeführten unorganisirten Stoffes ihre Haut selbst sich verdickt und dadurch einen Körper anhäuft, der vorzugsweise die Fähigkeit zu besitzen scheint bei gewissen chemischen Zuständen der allgemeinen Nahrungsflüssigkeit aufgelöst zu werden und zur Erhaltung des Stoffwechsels und des Wachsthumes anderer Gewebe beizutragen.

Ich werde später noch Gelegenheit haben von einer solchen regelmäfsig stattfindenden Umwandlung in gewissen Dicotylen Pflanzen ein Beispiel anzuführen, (vergl. Taf. VI. Fig. 8. 9.) hier sei es mir erlaubt eine Beobachtung an einer Palme mitzutheilen, die gewifs an vielen anderen Pflanzen sich wiederholen lassen wird. Ich stellte einige 12 - 15 Fufs lange, über den Wurzeln abgehauene Stämme der *Geonoma undata* Kl. mit ihrer vorsichtig geschonten Blätterkrone in einen kleinen Bach fliefsenden Wassers, nach 3 Monaten enthielt das Parenchym des Markes durchaus keine Stärke mehr und die gewöhnlich etwas verdickten Membranen waren so dünne, dafs die Porenkanäle fast nicht mehr zu bemerken waren, ebenso waren die das Mark zunächst begrenzenden Bastfasern des Holzbündels (besonders an der den Holzfasern entgegengesetzten Seite) bis zu sehr feinen Membranen verdünnt, die Holzsubstanz der verdickten Tochterzelle gänzlich resorbirt. — Die Blattanlagen hatten fortgefahren sich auszudehnen entfalteten sich jedoch nicht, der Zellsaft des Gipfeltriebes war klar und wasserhell nicht so trübe, schleimig und sich an der Luft

färbend wie in der gesunden Pflanze: auch absorbirte dieser in Kohlensäure gesetzt weit weniger von diesem Gase und wurde darauf in Ammoniakgas nicht so grün gefärbt, wie es bei dem Gewebe einer gesunden Knospe der Fall ist.

## Die Wurzel.

Die erste Wurzel der Palmen sondert sich, wie wir oben sahen, aus der dem Eimunde zugewendeten Spitze des bis dahin gleichförmigen Gewebes des Keimlinges, gleichzeitig mit dem Erscheinen der Gefäfse für die Saamenlappen und der Bildung der ersten Blattanlagen in dem cambialen Gewebe des vorderen Endes des Keimlinges ab. Von dem Grunde der Knospe aus erscheinen die ersten Spiralfasern in dem Cambium-Kegel der Wurzelanlage, die sich innerhalb des parenchymatischen Gewebes befindet, das als Theil des Saamenlappens oder als Rinde des Keimlinges betrachtet werden kann. Entweder von diesem Gewebe bedeckt oder in der äufseren Schicht desselben findet sich die cambiale Spitze der Wurzel, durch deren zellenbildende Thätigkeit ihr Gewebe vermehrt wird. In dem ersteren Falle durchbricht die sich verlängernde Wurzel das sie umhüllende Zellgewebe der Rinde des Keimlinges, welches gleichzeitig sich durch Vergröfserung seiner Zellen ausdehnt, und als Scheibe (coleorrhiza) die Wurzel umgiebt: in den zweiten, den ich bisher nur bei der *Hyphaene*, *Coryha* und *Phoenix* beobachtete, bildet die Rinde der Wurzel mit dem Gewebe des Saamenlappens eine ununterbrochene Schicht, daher keine Wurzelscheide entsteht. So findet es sich bei den gleichen Organen der dicotylen Pflanzen, während die andere Bildungsweise der Entstehung der Stammwurzeln (Luftwurzeln) der Monocotylen ähnlich ist.

Dies Durchwachsen wird wahrscheinlich vermöglicht durch eine Gruppe von Zellen, die sich vor der eigentlichen Spitze der Wurzelgewebe nach aussen aus dem Cambium hervorbildete, und sowohl durch die Form ihrer Zellen wie durch deren Inhalt sich von dem übrigen Wurzelgewebe unterscheidet. Bei der Dattelpalme bildet sich dies die Spitze des Würzelchens einhüllende Gewebe erst aufserhalb des Saamens, nachdem der Saamenlappen sich um 2″ — 3″ verlängerte und das Keimknöspchen, in dem scheidigen Ende desselben, sich bedeutend vergröfserte. —

Nur selten ist diese erste Wurzel, die, als die untere Verlängerung der Keimknospe, als Pfahlwurzel zu bezeichnen ist, von etwas längerer Dauer

indem sie sich verästelt, wie bei der *Klopstockia, Hyphaene* und einigen anderen; meistens stirbt sie sehr bald ab, während andere aus dem Stamme des jetzt mit einem oder einigen Blättchen versehenen Pflänzchen hervorwachsen. Wir lernten in dem Gewebe dieser jungen Pflanze einen Ort kennen, von dem die Holzbündel der Blätter ihren Anfang nehmen; derselbe war ursprünglich in der cambialen Anlage des Keimlings von der Spitze dieses nicht getrennt. Diese Trennung trat ein, indem sich in der Mitte der cambialen Keimknospe Parenchym bildete, das den Cambium-Kegel in einen Kegelmantel umänderte, wodurch dann der cambiale Knospengrund, von dem die Holzbündel ihren Anfang nehmen, mit der cambialen Knospenspitze, aus der die Blätter sich hervorbilden, nur noch durch einen Cylinder cambialen Gewebes zusammenhängt.

Von dem Knospengrunde und diesem Cambiumcylinder, dem späteren Holzcylinder des Stammes, trennen sich sowohl nach innen wie nach aufsen Holzbündel-Anlagen für die Blätter, in beiden dauert längere oder kürzere Zeit eine Zellenvermehrung fort, wodurch das Gewebe des jungen Pflänzchen vermehrt wird. Von dem Knospengrunde beginnt nun auch die Entwickelung der ersten Stamm-oder Luft-Wurzeln, bei den Palmen meistens nur allmählich zu den älteren Theilen des Stammes in die Höhe steigend, und nur ausnahmsweise in gröfserer Entfernung von der Stammbasis eintretend, man erkennt dieselbe in ihrem ersten Auftreten durch eine Vermehrung der Cambiumzellen des Holzcylinders. Es entsteht an der äufseren Oberfläche ein kleiner Kegel Cambium-Gewebes, dessen äufserste, die Rinde begrenzende Schicht aufhört zur Zellenvermehrung beizutragen, und sich durch Ausdehnung vergröfsert, während das Parenchym der Rinde so wie die Fasern der in ihr befindlichen Bastbündel die verdickten Wandungen verlieren und die von ihrem Inhalte entleerten Zellen nach Aufsen zurückgedrängt und später gänzlich verflüssigt werden. Durch die Ausdehnung dieser Zellen der äufseren Schichten des Cambiumkegels wird ein Parenchym ähnliches Gewebe gebildet, das die junge Wurzelanlage bedeckt, und nach innen in die Spitze des Cambiumkegels übergeht. Hier nun dauert die Zellenvermehrung beständig fort, während in den älteren Theilen, in dem mit dem Holz-Cylinder des Stammes zusammenhängenden Grunde eine Änderung in der Thätigkeit der Zellen eintritt. Die äufseren Schichten des Cambiumkegels werden hier in Parenchym umgeändert, das sich anfangs an das Rin-

dengewebe des Stammes anschliefst, später in einiger Entfernung von dem Holzcylinder von einer Oberhaut bedeckt ist. In dem Umkreise des dann centralen Cambium-Cylinders der jungen Wurzelanlage, deren Zellen länger bildungsfähig bleiben, treten darauf enge, abrollbare Spiralfasern auf, während gleichzeitig das Gewebe der Mitte in cylinderförmige Zellen umgeändert wird und später verdickte Wandungen erhält. Diese Umänderung des Cambium-Kegels in die verschiedenen Gewebe schreitet von dem Grunde nach der Spitze hin fort, wo unterhalb der Wurzelmütze die Bildung neuer Zellen fortdauert, und zu der Vermehrung dieser Gewebe Veranlassung giebt. Von den Zellen der Spitze dieser Wurzelmütze mufs die verändernde Einwirkung dieser neuen Bildung auf das Rindengewebe des Stammes ausgehen, worin dieselbe indessen bestehen mag, darüber wage ich keine Vermuthung zu äufsern, und erlaube mir nur auf die Ähnlichkeit dieses Vorganges mit den das Eindringen der Wurzeln parasitischer Gewächse in die lebenden Gewebe fremder Pflanzen begleitenden Erscheinungen aufmerksam zu machen.

Die äufserste Zellschicht der Wurzelmütze dieser noch in der Stammrinde befindlichen Wurzelanlage enthält Zellkerne und eine durch Jod gelb werdende Flüssigkeit: etwas weiter nach innen, dem Orte der Zellenbildung näher, auch kleine Stärkebläschen: ebenso finden sich in dem jüngsten noch parenchymähnlichen Gewebe der Wurzelspitze selbst, neben dem Cambium, meistens kleine Stärkebläschen. Das in der Mittellinie der Wurzel sich bildende, langgestreckte Gewebe geht im Grunde derselben, dort wo sie sich anfangs von dem Holzcylinder des Stammes erhob, allmählig in die Form des Parenchyms über, wodurch das Mark der Wurzel mit dem des Stammes in Verbindung steht. Dafs diese cylinderischen, später dickwandigen Zellen die in der Mitte der Wurzeln sich finden, nur eine andere Form von Parenchym sei, ist jedoch nicht wahrscheinlich, sie sind vielmehr als verholzte Cambiumzellen oder deren Übergangsbildungen zum Parenchym, den Holz- oder Bast-Zellen der Bündel des Stammes gleichbedeutend.

Die in ihrem Umkreise zuerst entstandenen Spiralen, so wie die später aus ihnen gebildeten punktirten Holzfasern, verlängeren sich nicht nur nach der Spitze der Wurzel hin, sondern auch nach der entgegengesetzten Seite, indem sie sich zum Theil an die Holzbündel des Stammes anlegen, in deren Gewebe eine Neubildung von Zellen stattfand und mit ihnen nach den oberen wie nach den unteren Theilen des Stammes verlaufen: zum Theil nach

der Mitte des Stammes hin sich erstrecken, mit diesen Holzbündeln ein Flechtwerk bildend. Es sind hier, in den schon vollkommen verholzten Bündeln, die äufsersten Schichten des Bastes die an die Parenchymzellen grenzen und die, wie schon oben angegeben wurde, häufig mit senkrechten Reihen runder Zellen gefüllt sind, in denen eine Neubildung beginnt, höchst wahrscheinlich in Folge erneueter Thätigkeit dieser in ihrem Wachsthume gehemmten Bildungen, wodurch jetzt für die Verlängerung und Vermehrung der Fasern umbildungsfähige Zellen hervorgebracht werden. Diese erneuete Zellenbildung erfahren nicht nur die den Holzcylinder bildenden Bastbündel, sondern auch mehrere der mehr nach innen liegenden Holzbündel, so dafs die Holzfasern der jungen Wurzeln eine Strecke in den Stamm hineinreichen; doch durchdringen sie nicht die gedrängt stehende Holzbündelschicht der Oberfläche, auch ist ihre Erstreckung nach oben nicht bedeutend, so dafs eine unmittelbare Verlängerung dieser Holzfasern der Wurzeln in die Blätter, wie Petit Thouars und Gaudichaud es sich dachten, nicht stattfindet.

Auch Mohl spricht sich gegen eine solche Verbindung aus (*de palm. struct. p.* XIX) und zeichnet das richtige Verhältnifs t. Q. 3. von der *Cocos nucifera* indem er die Wurzel der Palmen (p. XVIII und Vermischte Schriften p. 156) beschreibt. Es bestehen nach ihm dieselben aus zwei deutlich gesonderten Schichten: aus einer äufseren, lockeren und schwammigen Rindensubstanz und einem zähen, holzartigen Centralkörper. In ersterer, die von einer pergamentartigen Haut überzogen ist, liegen bei einigen bastartige Fasern die bei anderen vollkommen fehlen. Das Centralbündel ist aus einer compacten, holzartigen Substanz gebildet, welche sich nicht wie das Holz des Stammes in einzelne getrennte Bündel theilen läfst. Das Centralbündel der Seitenwurzel ist mit dem der Hauptwurzel unmittelbar verbunden. Das Centralbündel durchdringt die Faserlage des Stammes und breitet sich auf der äufseren Schichte der Holzbündel desselben in Form einer Scheibe aus, sich hier in eine grofse Menge feiner, fadenförmiger Bündel theilend, welche sternförmig nach allen Seiten auseinanderlaufen und, sich zwischen den Holzbündeln des Stammes durchschlingend, in das Innere desselben bis etwa auf einen halben Zoll Tiefe eintreten. Auch die Fasern der Rinde des Stammes verlängern sich eine Strecke in das Rindengewebe der Wurzel, verlieren sich aber bei den verschiedenen Arten mehr oder weniger bald gänzlich.

Mohl untersuchte fast nur die dünnen Wurzeln, wie die meisten Palmen sie besitzen, im Zusammenhange mit dem Stamme; von denen der *Iriartea exorhiza* standen ihm nur getrocknete Abschnitte zu Gebote. Hätte Mohl die Entwickelung der Wurzel an der lebenden Pflanze studiren können, so würde er sicher über die Bedeutung der Gewebe, die er in ihren einzelnen Theilen so genau kannte, anders geurtheilt haben.

Verfolgt man nämlich, wie wir es oben gethan, die Entwickelung der Palmenwurzeln von ihrem ersten Beginn, so erkennt man, wie sich der Holzcylinder des Stammes, nachdem er durch eine erhöhete oder wieder angeregte Zellenbildung einen Cambiumkegel in das Rindengewebe hinein gebildet hatte sich in die äufseren Schichten dieses letzteren fortsetzt, indem der Kern desselben sich in Parenchym umändert, und in der ausgewachsenen Wurzel als ununterbrochene Fortsetzung des Markcylinders des Stammes erscheint. In dem Umkreise dieses neuen Cambium-Kegels entstehen gleichzeitig, im Grunde desselben, einzelne Spiralfasern die sich sowohl nach der Stammseite wie besonders nach der Wurzelspitze zu verlängern; sie sind die Grundlage von Holzbündeln die dadurch entstehen, dafs neben ihnen, an ihrer der Mittellinie der Wurzel zugewendeten Seite, aus dem Cambium sich Holz-Fasern und -Zellen bilden.

Mohl selbst nennt diesen Zellgewebekegel, den ersten Anfang der Wurzel, „eine wahre Knospe"; wenn dies nun auch, wegen der verschiedenen Wachsthumsweisen der Wurzel und Blattknospe nicht auf diese letztere zu beziehen ist, so trifft doch der Vergleich auch mit dieser hinsichts der Anordnung der Gewebe in einen Cylinder von Holzbündeln die in dem Cambium-Cylinder vertheilt sind, der das Parenchym in Rinde und Mark sondert. Hier in der Wurzelanlage treten ebenso wie in der jüngsten Blattknospe in einem vollständigen Cambium-Cylinder zuerst in bestimmten Abständen einzelne Spiralfasern auf, an die sich die später entstehenden Holzfasern zu einem Bündel anlegen und zwar in der Blattknospe an die ihrer Oberfläche zugewendeten Seite, in der Wurzelknospe an die ihrer Mittellinie zugewendeten Seite der Spiralfaser. — Bei der Blattknospe wenden sich diese Spiralen mit dem in ihrer Nähe entstandenen Holzgewebe nach aufsen in die Blattanlagen, bei der Wurzelknospe durchziehen sie ununterbrochen deren ganze Länge; doch in beiden Fällen bilden sie alle zusammengenommen nicht ein einzelnes Bündel, sondern einen Cylinder von Anfängen solcher Holzbündel die

später durch Umwandlung des sie umgebenden Cambiums ihre bestimmte Zusammensetzung erhalten. Der Rest des Cambium-Cylinders besteht aus einer Schicht von wenigen Zellen von denen die äufsersten, an das Rindengewebe grenzenden verholzen, indem ihre Wandungen punktirt verdickt werden; und zwar beginnt diese Verholzung an der nach innen gewendeten Zellwand. Indessen beendet auch hier eine Verdickung der Membran keinesweges die Lebensfähigkeit der Zelle, unter den geeigneten Bedingungen beginnt auch hier in ihnen eine neue Thätigkeit, es tritt von neuem eine Zellenvermehrung ein, die durch das Rindengewebe hindurchsetzend zur Bildung einer seitlichen Wurzelfaser Veranlassung giebt.

Die oft armdicken Wurzeln der Iriarteen lassen durchaus keinen Zweifel, dafs die in ihnen befindlichen Holzbündel, die auf dem Querschnitte der Wurzel eine sternförmige Anordnung zeigen, einen Cylindermantel bilden, wie diejenigen die in den dünnen Wurzeln derselben Pflanzen oder der meisten übrigen Palmen vorhanden sind. Die Entwickelungsgeschichte wie die vergleichende Anatomie beweisen, dafs auch diese dünnen Wurzeln einen vollständigen Holzcylinder nicht ein centrales Holzbündel besitzen.

Betrachten wir zuerst die Entwickelung und den Bau der häufiger vorkommenden Form, der dünnen Faserwurzeln, wie sie bei *Cocos*, *Phoenix*, *Geonoma*, *Chamaedorea*, *Oenocarpus*, *Klopstockia* und den meisten übrigen Palmen an den unteren Stammtheilen in gröster Anzahl aus der Rinde von dem Holzcylinder aus hervorbrechen, um dann die etwas abweichenden Wurzeln der *Iriartea* mit denselben zu vergleichen.

Das von dem Cambium nach Aufsen als Rinde entwickelte Parenchym ist sowohl in der Nähe dieses wie zunächst unterhalb der Oberhaut gedrängt stehend, ohne Zwischenzellgänge: letzteres ist in der Richtung der Axe verlängert und besitzt stark verdickte Wandungen. Die Mittelschicht der Rinde ist in der Regel lockerer zusammengefügt, so dafs kleine Zwischenzellgänge bleiben, die in manchen Gattungen z. B. *Oenocarpus*, *Phoenix* sich zu grösseren Luftlücken und Kanälen erweitern. Einzelne senkrechte Zellenreihen sind in die Länge gezogen mit wagerechten Enden aufeinanderstehend, in ihnen sind anfangs, nachdem sie aus dem Cambium sich gesondert haben, Raphidenbündel enthalten, später findet sich eine gummiartige Flüssigkeit (die in Wasser löslich, durch Äther und Alkohol aus der Lösung gefüllt wird, welcher Niederschlag im Wasser wiederum sich löst. Bleizucker, Borax, Alaun,

schwefelsaures Eisenoxydul und Eisenchlorid fällen es nicht, wohl aber Bleiessig) und in älteren Theilen der Wurzel, wo die horizontalen Scheidewände verschwunden sind, bekommen sie gleichförmig (nicht punktirt) verdickte Wandungen und sind dann häufig mit Kohlensäure gefüllt.

Diese einzeln im Rindengewebe zerstreut stehenden Fasern kann man, vor der Verdickung ihrer Wandungen, wenn sie mit der gummiartigen Flüssigkeit angefüllt sind, nicht von den Milchsaftfasern (-gefäfsen) unterscheiden: später, nach der Verholzung, hält man sie für einzeln stehende Bastfasern und man wird in dieser Ansicht bestärkt wenn man findet, dafs in den unteren, älteren Theilen der Wurzelrinde gröfsere Bündel dieser Fasern vorkommen die sich meistens z. B. bei *Cocos* und *Phoenix* in die Rinde des Stammes als Bastbündel verlängern. Ich halte dies nur für ein Zeichen der nahen Verwandtschaft dieser beiden Elementarorgane, der ähnlichen Bedeutung beider in Bezug auf die Ernährung des pflanzlichen Organismus; beide Formen gingen unmittelbar aus dem Cambium hervor, während gleichzeitig das ihnen benachbarte Gewebe zu Parenchym sich ausbildete, beide sind als Hemmungsbildungen von parenchymbildendem Gewebe zu betrachten, was sich durch eine vorherrschende Neigung zur Zellenbildung kund giebt ([1]), in beiden findet die Absonderung von Stoffen statt die später zur Ernährung des Pflanzengewebes verbraucht werden können, theils auch wirklich verbraucht werden; die Milchsaftfasern können als eine verlangsamte Bastfaserbildung angesehen werden. —

Das Rindengewebe, in welchem die eben beschriebenen Bastfasern vorkommen, wird von einer Oberhaut bedeckt, die in den unteren Theilen der Wurzel, welche noch in der Rinde des Stammes eingeschlossen ist, so wie an der Spitze, die schon in den feuchten Erdboden eingedrungen, aus cylinderförmigen Zellen besteht, deren lange Axe mit der Wurzellänge parallel liegt, während an den der Luft ausgesetzten Theilen der Wurzel diese

---

([1]) Die meisten Milchsäfte so wie die Schleim, Eiweifs, Faserstoff oder Gummi enthaltenden Flüssigkeiten der Milchsaftfasern führen zellige Bildungen, als Bläschen oder Zellkerne bekannt; einen ähnlichen Inhalt besitzen fast regelmäfsig die einzelnen oder in kleineren Bündeln im Parenchyme vorkommenden Bastfasern vor der Verdickung ihrer Wandungen und auch in den schon verholzten und zu gröfseren Bündeln vereinigten Fasern beginnt häufig, bei veränderter Mischung der hinzutretenden Nahrungsflüssigkeit, von Neuem eine Zellenbildung, wovon ich weiter unten einige Beispiele anführen werde. —

Zellen fast würfelförmig gestaltet sind, und ihre freie Oberfläche warzenförmige Hervorragungen bildet. (siehe T. III Fig. 4 d. e.) Unter Umständen, die ich weiter unten angeben werde, wachsen selbst diese Zellen der Oberhaut zu Haaren aus, wodurch die Abhängigkeit der Form von der chemischen Mischung der Zellhaut recht deutlich hervortritt. —

In dem Umkreise des von diesem Rindengewebe eingeschlossenen Cambium-Cylinders entstehen inzwischen in der Nähe der zuerst in gewissen Abständen gebildeten Spiralfasern neue Holzfasern mit treppenförmig oder punktirt verdickten Wandungen in der schon oben bei den Gefäfsen des Stammes beschriebenen Weise und zwar so, dafs die zuerst entstehenden engeren, punktirten Fasern neben den Spiralen, die weiteren, treppenartig verdickten, der Mittellinie der Wurzel näher stehen. Sie Alle bilden Bündel, die auf Querschnitten der Wurzel (Taf. III Fig. 2.) in einen Kreis geordnet sind, der nach Aussen die Rinde begrenzt: zwischen diesen Bündeln findet sich auch noch in alten Wurzeln der Rest des Cambiums von dem die Neubildung von Geweben für Wurzeläste ausgeht und dessen äufserste, das Rindengewebe berührende Schicht verdickte Wandungen erhält. Auch eine Vermehrung der Holzbündel scheint die Folge des Fortbestehens dieser Cambiumgruppen zu sein, denn in den älteren Theilen der Wurzel findet sich eine gröfsere Anzahl derselben wie in den jüngeren und zwar sind dort zwischen den gröfseren Holzbündeln, im äufseren Umkreise des Cambiums, kleinere vorhanden, für deren spätere Entstehung auch der gröfsere Umfang dieses Theiles der Wurzel spricht.

Das in der Mittellinie der dünnsten dieser Wurzeln befindliche Cambium wird meistens nicht durch wirkliches Parenchym ersetzt, sondern erhält nur eine spindelförmige Gestalt und verdickte Wandungen nach Art der Bastzellen. In den etwas dickeren Wurzeln findet sich sowohl Stärke enthaltendes Parenchym, einen wirklichen Markcylinder darstellend, als auch, in diesem Markparenchym zerstreut, einzelne Bastfasern wie sie in der Rinde vorkommen und oben beschrieben sind. Von der gröfseren Thätigkeit eines ausgedehnteren Parenchyms scheint es abhängig, ob neben diesen einfachen, engen, Gummi führenden Fasern, die später zu Bastfasern sich verdicken, noch senkrechte Reihen von weiteren Zellen sich entwickeln, (Taf. III Fig. 4 a. b.) die mit den zunächst sie umgebenden Zellen ein System bilden, anfangs die, vielleicht durch die Zersetzung aus der Stärke des Markes gebildeten, gum-

miartigen Stoffe in ihren Höhlungen absondernd und später gleichfalls verdickte Wandungen erhaltend, wodurch die weiten, zu Fasern vereinigten Zellenreihen das Ansehen der schon oben beim Stamme beschriebenen, netzförmig verdickten Fasern bekommen, denen sie auch wohl hinsichts ihrer Lebensthätigkeit gleichbedeutend sind.

Alle diese Übergangsformen beweisen, wie mir es scheint, unzweifelhaft, dafs das Vorkommen eines parenchymatösen Markgewebes zwar das Erkennen eines Holzcylinders erleichtert, doch kein nothwendiger Bestandtheil desselben ist, dafs auch der in den dünnen Palmenwurzeln vorkommende centrale Cylinder als Holzcylinder nicht als einfaches Holzbündel zu betrachten ist, dafs wohl nur wegen der geringeren Ausdehnung der später verholzenden Cambiumschicht die Entstehung von Parenchym verhindert wird. Die vergleichende Betrachtung der stärkeren Wurzeln der *Iriartea* mag als Bestätigung hiezu dienen. Im unentwickelten Zustande besitzen auch diese einen Cylinder cambialen Gewebes, der das Zellgewebe in Rinde und Mark sondert, und dort wo er das Rindengewebe begränzt verholzt und braun gefärbt wird. Er bildet hier, wie in den dünneren Wurzeln, im Querschnitte einen Kreis doch mit wellig gebogenem oder ausgezacktem Rande, welche Zacken sich so weit in das Rindenparenchym verlängern, dafs der Kreis in einen Stern übergeht, bei dem, in noch umfangreicheren Wurzeln, die abgerundeten Strahlen zwei-oder drei-zackig sind. (Taf. III Fig. 3.) Im Umkreise dieses Cambium-Cylinders treten zuerst Spiralfasern auf, denen nach Innen engere und weitere Holzfasern folgen von der Beschaffenheit der oben von der *Geonoma, Chamaedorea, Klopstockia etc.* beschriebenen: in der Regel sind hier indessen nicht so viele Fasern in einer Reihe in der Richtung des Radius neben einander stehend wie bei jenen Wurzeln. Es sind dieselben auch hier von später verholzenden Bastzellen umgeben, die an der der Mittellinie zugewendeten Seite in besonders grofser Menge vorkommen. Zwischen diesen Holzbündeln befinden sich auch hier in der ausgewachsenen Wurzel noch die Reste des Cambiumcylinders, dessen Gewebe in der Zellenvermehrung fortfährt, und zur Bildung von neuen Holzbündeln Veranlassung giebt die eine Verdickung der Wurzel herbeiführen kann. Bei den acht Fufs über dem Stamme entstehenden Wurzeln der *Iriartea excelsa* ist besonders die dadurch hervorgebrachte Kegelform auffallend, da sie oben bei dem Abgange aus dem Stamme einen Durchmesser von 3″ besitzen der an der Spitze sich bis auf 1″

verringert. In den Strahlen des Sternes der dicken Wurzeln richtet sich die Lage der Holzbündel, ebenso wie in deren einfachem Kreise, (des Querschnittes) immer nach der Richtung der Cambiumschicht, so dafs die Holzfaser-Reihen und-Bündel hier nicht nach dem Mittelpunkte der Wurzeln, sondern nach der Mittellinie dieses Sternstrahles gerichtet sind. Ein centraler Strang den Mohl in der Mitte dieses Holzcylinders vermifste kommt nicht vor und kann auch, wenn wir den eben beschriebenen Bau mit den Wurzeln der übrigen Monocotylen Pflanzen vergleichen, nicht vermuthet werden.

Bei der *Iriartea exorhiza* fand Mohl auch im Marke der Wurzeln einzeln stehende Holzbündel, ich konnte bei der *Iriartea praemorsa* hier wie in dem Rindengewebe nur die weiten Gummifasern (Netzfasern), von verdickten Bastzellen umgeben, auffinden, und bezweifele durchaus das Vorhandensein wirklicher Holzbündel in dem Marke einer Monocotylenwurzel. Die Entwickelungsgeschichte dieser Gummifasern ist dieselbe wie ich sie schon früher von den im Holzbündel des Stammes vorkommenden gegeben habe. (Vergleiche auch Taf. III. 4. a. b.). Aufser diesen weiten Gummifasern kommen auch noch im Marke und besonders häufig in der Rinde die oben beschriebenen, milchsaftfaser-ähnlichen Elementarorganen vor, die anfangs Raphidenbündel mit Gummi enthalten, später verdickte Wandungen bekommen, den Bastfasern ähnlich. (Diese Fasern vertreten in den dünneren Wurzeln ganz die Stelle der weiten, später netzförmig verdickten Gummifasern, wodurch sie ihre physiologisch ähnliche Bedeutung mit dieser bekunden.) Das Parenchym des Markes besteht aus etwas verlängerten, punktirt verdickten Zellen ebenso das der Rinde. Die Oberhaut besteht wie oben von den übrigen Palmenwurzeln beschrieben, aus Zellen die entweder cylinderisch geformt sind, parallel der Wurzellänge oder mehr würfelförmig mit warzig hervorragender Oberfläche. —

In die Fasern des Stammes gehen alle diese Fasern der Wurzel nicht unmittelbar über, sie verlängern sich nur zum Theil bis zu den, an der Grenze des Markes und der Rinde, den Holzcylinder bildenden Bündeln, theils etwas weiter nach innen und verlaufen eine kurze Strecke mit ihnen gemeinschaftlich. Die weiten Gummifasern des Markes und der Rinde enden innerhalb des Wurzelgewebes im Stamme.

Der Bau der Pfahlwurzeln der Palmen ist nicht verschieden von dem der dünnen Stammwurzeln, auch in ihnen findet sich ein Cylinder von Holz-

bündeln die durch Cambium von einander getrennt sind und die Rinde von dem mittleren Bast- und Holz-Gewebe scheiden. Taf. III Fig. 2 stellt einen Theil eines Querschnittes der Pfahlwurzel der *Iriartea praemorsa* dar, um dies Verhältnifs deutlich zu machen. In den verdickten Bastzellen *h* und dem übrigen Cambiumgewebe *c* beginnt unter Umständen, die noch näher zu erforschen sind, in allen Palmenwurzeln eine Zellenbildung die zur Entstehung von Wurzelästen Veranlassung giebt. Die anatomischen Erscheinungen dieser Entwickelungen sind dieselben wie sie oben von der Wurzelbildung aus dem Holzcylinder des Stammes beschrieben wurden. Häufig ereignet es sich, dafs die Spitze einer aus dem Stamme hervorgewachsenen Wurzel nicht während der Wachsthumsperiode in der sie gebildet wurde den Erdboden erreicht und dann in der regenlosen Jahreszeit zusammentrocknet und abstirbt; in solchen Fällen sind es besonders die dieser Spitze zunächst benachbarten Theile an denen Wurzeläste hervorsprossen, wodurch dann ein Kreis dünner Wurzeln von dem Umkreise der Hauptwurzel sich in den Boden verlängert.

Zuweilen tritt auch durch unmittelbare Bildung aus dem Cambium der Wurzelspitze, vielleicht in Folge eines zu grofsen Zuflusses von bildungsfähigem Nahrungssaft, eine Verästelung der Wurzel ein. Untersucht man eine solche eben in der Theilung begriffene Wurzel so findet man die Vermehrung der Zellen im Cambium auf zwei Seiten der Wurzelspitze vertheilt. Die Wurzelmütze bedeckt sowohl diese beiden jetzt etwas erhöhten Stellen, wie auch noch die Mitte der Wurzelspitze die jetzt eine Vertiefung bildet. Als Verlängerung des in der Mittellinie der Wurzel befindlichen prosenchymatischen Gewebes bildet sich hier ein dem Rindenparenchym gleiches Gewebe weiter, cylinderförmiger Zellen, nach Aufsen von einer Oberhaut bedeckt, aus dem die Zellenvermehrung hier beschliefsenden Cambium hervor. Der Holzcylinder spaltet sich in zwei Theile deren Enden sich nach den Cambiumgruppen hinrichten.

Wenden wir uns nun, nachdem wir uns von der übereinstimmenden Entwickelungsweise und dem ähnlichen Baue der verschieden gestalteten Palmenwurzeln überzeugt haben noch einmal zurück zur näheren Betrachtung der Art und Weise ihres Wachsthumes aufserhalb des Rindengewebes des Stammes. Wir sahen wie sich beim ersten Entstehen der Anlagen der Wurzel durch eine vermehrte Zellenbildung innerhalb des Holzcylinders, an der Spitze des noch cambialen Würzelchens ein Zellgewebe absonderte, das die

übrigen Gewebesysteme die sich aus dem ihm zunächst befindlichen Cambium hervorbildeten, schirmartig überdeckte. Es gehört dieses Zellgewebe nicht zu den die ausgewachsene Wurzel zusammensetzenden Systemen und hängt auch nur mittelst des in der Mitte der Wurzelspitze befindlichen Cambiums mit derselben inniger zusammen, indem das Gewebe derselben sich ebenso wie das der eigentlichen Wurzel aus diesem Cambium vermehrt.

Von der Gröfse der Lebensthätigkeit der ganzen Pflanze, die wiederum durch die atmosphärischen Verhältnisse bedingt ist, hängt es ab einen wie grofsen Raum dies Cambium in der Wurzelspitze einnimmt: bald ist es eine geringe Schicht an deren inneren (Stamm-) Seite die verschiedenen Gewebe der Wurzel grenzen, während nach Aussen das grofszellige parenchymatische Gewebe der Wurzelmütze unmittelbar dasselbe bedeckt: bald nimmt das, durch den trüben Inhalt dunkel gefärbte Cambium einen grofsen Theil der Wurzelspitze ein, während das aus ihm sich hervorbildende Wurzelgewebe, mit einer trüben, schleimigen Flüssigkeit erfüllt, in dem kleine Stärkekörperchen schwimmen, nach und nach in die langgestreckten Zellen des Markes und der Rinde mit ihren Saftbehältern, durch Raphidenbündel von oxalsaurer Magnesia ausgezeichnet, so wie in die gewöhnlich sehr früh durch ihren klaren durchsichtigen Inhalt zu erkennenden Epidermialzellen übergeht, und ebenso nach Aussen in die mit Stärke, jungen Zellen und einer schleimigen, durch das Vermischen mit Wasser sich trübenden Flüssigkeit erfüllten Zellen der Wurzelmütze sich umändert, denen andere etwas mehr ausgedehnte, mit einem klareren Inhalte und verschieden gefärbten Bläschen gefüllt, benachbart sind, die weniger Stärke in kleineren Körnern enthalten. Weiter nach Aussen verschwindet dann diese Stärke immer mehr und der flüssige Zelleninhalt wird klarer, bis endlich auch dieser durch eine Luftart ersetzt wird, die auf Zusatz von Baryt- und Ammoniak-Lösung verschwindet, also Kohlensäure ist. Diese äufsersten Zellen trennen sich endlich von den darunterliegenden, während vom Cambium aus, wie beschrieben, neue Zellen an die Wurzelmütze hinzutreten. Es beruht daher auf einen Irrthum wenn man glaubte die Zellen der Wurzelmütze seien die ältesten der ganzen Wurzel oder gar nur abgerissene Theile der Rinde des Stammes (Endlicher's und Unger's Grundzüge 1843. §. 169. Fig. 60 u. 61 und Schleiden's Grundzüge 1846 p. 118 und 119).

Als die wesentlichsten Vorgänge bei diesen Veränderungen des Inhaltes der Zellen der Wurzelmütze ist das Auftreten der Stärke in den aus dem Cambium gebildeten parenchymatösen Zellen, so wie das Verschwinden derselben in den etwas weiter ausgedehnten, dann mit einer schleimig-gummiartigen Flüssigkeit erfüllten, und endlich, mehr nach Aussen der Oberfläche zunächst, die Sättigung dieser Flüssigkeit mit Kohlensäure hervorzuheben. Diese Veränderung fand ich bei allen Wurzeln die ich untersuchte. Die Form der Zellen geht aus dem rundlichen Parenchym, das zunächst an das Cambium grenzt in vieleckiges und nach Aussen endlich meistens in Cylinderparenchym über, dessen Längendurchmesser der Oberfläche der Wurzelspitze parallel liegt. Von den Ernährungsverhältnissen hängt es ab, ob diese cylinderische in die Würfel-Form übergeht, die dann nach Aussen warzig hervorragt (Taf. III Fig. 1. c.), ähnlich wie die an der Luft gewachsenen Oberhautzellen der Wurzelrinde.

Ebenso werden durch die Ernährungsverhältnifse mannigfache Veränderungen in der Form und dem Inhalte der übrigen Gewebe der Wurzel hervorgerufen durch deren Kenntnifs es mir möglich erscheint, über die Wurzelthätigkeit überhaupt, wie besonders über die Bestimmung des Gewebes der Wurzelmütze, Andeutungen zu erhalten, die vielleicht über die Ernährungsweise der Wurzel und deren Bedeutung für die Ernährung der oberirdischen Theile der Pflanze bei fortgesetztem Studium Aufklärung geben können.

Zu diesem Zwecke beobachtete ich, nachdem ich mir eine genaue Kenntnifs des Baues der gesunden, ungestört ausgebildeten Wurzel und des Inhaltes ihrer Gewebezellen zu verschaffen gesucht, verschiedene krankhafte Zustände derselben, die ich in der Natur vorfand oder selbst veranlafste. Ich werde dieselben hier zur Prüfung vorlegen, damit jeder sich selbst überzeugen kann, wie weit dieselben zu allgemeinen Schlüssen berechtigen, indem ich nochmals bevorworte, dafs ich zwar durch die zahlreichsten Untersuchungen mich bemühte die regelmäfsige Beschaffenheit des Wurzelgewebes kennen zu lernen um darnach auf etwa vorgegangene, oft krankhafte Veränderungen bei der künstlichen Ernährung schliefsen zu können, dafs ich hierüber dennoch nicht immer eine unbedingte Gewifsheit erreichen konnte da es natürlich nicht möglich ist dieselbe Wurzel vor und nach dem Versuche zu untersuchen, ich vielmehr mich darauf beschränken mufste, andere, anschei-

nend unter gleichen Bedingungen gewachsene Wurzeln, wo möglich von derselben Pflanze, zu untersuchen, um über die Veränderungen ihrer Bildungsvorgänge, während der krankaften Ernährungsweise urtheilen zu könnnen.

Alle diese Versuche und Beobachtungen beziehen sich auf die Wurzeln der *Iriartea praemorsa*, von der ich die 4‴-6‴ dicken, die noch nicht die Erde erreicht hatten, nahm, da diese leichter unbeschädigt abgeschnitten werden konnten.

Einige Wurzeln die von dem Stamme getrennt zwei Tage mit der Spitze in Wasser gestanden hatten enthielten in dem Gewebe der Wurzelmütze gar keine Stärke, alle Zellen waren sehr vergröfsert die Häute derjenigen der äufsersten Spitze stark verdickt, alle enthielten einen klaren flüssigen Inhalt mit einem scharf begrenzten Zellkerne, dessen trüber Inhalt durch Eisenchloridlösung grünlich-dunkel gefärbt wurde. In dem jüngsten Rindengewebe enthielten viele senkrechte Zellenreihen Raphidenbündel von oxalsaurer Magnesia. ([1]) Der Zellsaft enthielt eine Säure, die die Kohlensäure des kohlensauren Ammoniakes unter Aufbrausen abschied. (Oxalsäure?)

Nachdem eine andere Wurzel 24 Stunden mit der Spitze in Wasser gestanden hatte, war noch nicht alle Stärke verschwunden. Zu Anfang des Versuches hatte ich mehrere Wurzeln untersucht, und fand immer in dem Gewebe der Wurzelmütze grofse Stärkebläschen. —

Mehrere von dem Stamme getrennte Wurzeln die zu gleicher Zeit in Wasser, in Kohlensäure, in kohlensaures Ammoniak, in humussaures Ammoniak und in huminsaueres Ammoniak gestellt wurden zeigten darauf folgende Beschaffenheit: Die Zellen der Wurzelmütze die zwei Tage in Quellwasser gestanden hatte enthielten noch Stärke, doch nur als sehr kleine Körner: der Zellkern, dessen nach der Spitze gewendeten Oberfläche sie anlagen war in vielen Zellen sehr stark vergröfsert, oft lagen dann die Stärkekörnchen und der übrige körnige Inhalt der Mutterzelle so zwischen ihren äufseren, nach der Spitze gerichteten Wandungen und dem grofsen zu einer Zelle ausgedehn-

---

([1]) Es waren diese Krystalle in Wasser, Essigsäure, Alkohol, Äther und Ammoniak schwerlöslich, dagegen wurden sie durch Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure sehr leicht aufgelöst. Sowohl wegen dieser sehr raschen Lösung in Schwefelsäure, wie auch wegen der Armuth des Bodens an Kalksalzen bei vorherrschendem Bittererde-Gehalte, glaubte ich diese Krystalle nicht für Kalk halten zu dürfen, doch fehlt noch eine genauere Untersuchung. —

ten Kerne, dafs man den Anblick des von Hartig „gespaltene Ptychodenhaut" genannten Zellensystemes hatte. Ammoniaklösung färbte den gummiartigen, dünnflüssigen Inhalt der Zellen nicht. Die Anzahl der mit Raphidenbündeln gefüllten Zellen war auffallend vermehrt.

Auf der Schnittfläche einer 5''' dicken Wurzel war ein mit Quecksilber gefülltes, doppelt heberförmig gebogenes Glasrohr befestigt worden, um den etwa während der Wasseraufnahme eintretenden Saftdruck zu erkennen: das Quecksilber des langen, aufwärts gekrümmten Rohres fing sogleich an zu fallen erreichte 6''', und erhielt diesen Stand 48 Stunden. Bei einem zweiten Versuche fiel es ebenfalls 6''', und bei einem dritten um 12'''. Das Mikroskop zeigte bei allen ähnliche Verhältnisse wie oben angegeben. —

Obgleich also, wie die Beschaffenheit des Gummi in den Zellen deutlich zeigte, Wasser aufgenommen war, (die Zellen und Fasern der ganzen Wurzel waren mit Flüssigkeit erfüllt) eine Vermehrung der Flüssigkeits-Menge im Wurzelgewebe stattgefunden: hatte dieselbe keinen Druck auf die Quecksilbersäule ausgeübt, vielmehr deutete der veränderte Stand der letzteren, auf eine Verringerung des Gasvolumens, das sich zwischen der Flüssigkeit des Wurzelgewebes und dem Quecksilber befand.

Ich schrieb es der in dieser Luft enthaltenen Kohlensäure zu, die von der gummiartigen Flüssigkeit stark aufgesogen wird, wiederholte daher den Versuch noch einmal in der Weise, dafs ich ein heberförmig gebogenes mit Kohlensäure angefülltes Glasrohr auf die Schnittfläche der Wurzel befestigte und darauf den zweiten Schenkel in Quecksilber tauchte; sogleich wurde dies in dem Rohre in die Höhe gezogen und stieg rasch um mehrere Zolle, was ich als Bestätigung meiner Voraussetzung ansah. —

Eine andere Wurzel befestigte ich mit der befeuchteten Spitze luftdicht in ein mit Kohlensäure gefülltes, unten offenes Glasrohr die durch Quecksilber abgesperrt wurde, auf die Schnittfläche wurde gleichzeitig das mit Quecksilber gefüllte Steigerohr gesetzt. Nach zwei Tagen war von der Wurzel 15 C. C. Kohlensäure aufgesogen, während das Quecksilber im Steigerohre 1''.0 stieg. Bei einem zweiten Versuche, bei dem eine ähnliche Menge Kohlensäure aufgesogen wurde, veränderte sich der Quecksilberstand fast gar nicht, bei einem dritten um 1''.2. Das Mikroskop zeigte folgende Verhältnisse in dem Gewebe der Wurzelmütze: der Zellkern war etwas vergröfsert, sehr scharf begrenzt, enthielt eine körnige Flüssigkeit die durch Jod gelb gefärbt wurde,

Stärke war sehr wenig als kleine Körner zu erkennen, die dem Zellkerne anklebten. Die in den Mutterzellen enthaltene Flüssigkeit war dunkler wie bei dem ersten Versuche, (s. o.) wurde durch Eisenchloridlösung getrübt durch Ammoniak grün gefärbt, sie war weniger leichtflüssig. Die Häute derselben selbst waren punktirt-verdickt.

In den oberen Theilen der Wurzel wurden die dünnwandigen, gummihaltigen Zellen, die die weiteren Gummifasern des Markes und der Rinde zunächst umgeben, durch Eisen- und Ammoniak-Lösung gleichfalls grün gefärbt. Die Verdickung der Bastfasern schien nicht befördert zu sein, doch wurden dieselben durch verdünnte Schwefelsäure schneller roth gefärbt. Eine Bildung von rothem Farbestoffe in dem Gewebe der Wurzelrinde und der Wurzelmütze, die ich sonst sehr selten antraf, schien durch die Kohlensäure hervorgerufen (1).

In diesem Falle also übte der durch die Aufnahme von Kohlensäure vermehrte und veränderte Zellsaft einen Druck auf die in dem oberen Theile der Wurzel enthaltenen gasförmigen oder tropfbaren Flüssigkeiten, der sich hier durch das Steigen des Quecksilbers bemerkbar machte, den die Tränkung der Zellenwände, die Füllung der Zwischenzellgänge und die vielleicht stattfindende Vermischung des Inhaltes derselben mit Wasser nicht hervorzubringen vermochte. Man kann wohl annehmen, dafs diese Spannung sich bei der noch mit dem Stamme verbundenen Wurzel auf diesen fortgesetzt und in ihm ein Steigen der Nahrungsflüssigkeit bewirkt haben würde. (Man vergleiche meine Untersuchung über „das Bluten des Rebstockes unter den Tropen" in dem nächsten Hefte von Poggendorff's Annalen).

---

(1) Bei einer *Geonoma* sah ich sehr deutlich, dafs der rothe Farbestoff, der durch Ammoniak blau gefärbt wird, und der trübe, gelbliche oder weifse Zelleninhalt der auf Zusatz von Ammoniak eine grüne Farbe annimmt, in zwei Tochterzellen enthalten waren, die sich gemeinschaftlich in einer Mutterzelle der Wurzelmütze befanden. In den dem Cambium näheren Zellen war der Zellkern röthlich gefärbt und nahm auf Zusatz von Ammoniak die blaue Farbe an. Alles deutete darauf hin, dafs dieser rothe Farbstoff sich in der Tochterzelle während ihres Wachsthums bilde also nicht in einer besonderen Secretionszelle; es ist eine Nahrungsflüssigkeit, gleichbedeutend mit dem gummiartigen Schleime der durch Ammoniak grün gefärbt wird und der wie es scheint in Folge der Auflösung der Stärke entsteht. Vielleicht bewirkt die Kohlensäure die Veränderung dieses farblosen oder gelblichen Schleimes in die rothgefärbte Flüssigkeit, die mitwirkenden Einflüsse sind mir indessen nicht bekannt geworden. —

Wurde die noch mit der Pflanze verbundene Wurzel in ein Behältnifs voll Kohlensäure luftdicht eingesetzt, so absorbirte dieselbe in 24 Stunden 1000 CC dieses Gases, wovon 750 CC auf die ersten 12 Stunden, 250 CC auf die übrige Zeit kamen. Der Versuch wurde zweimal wiederholt, doch nicht weiter fortgesetzt, weil die Verringerung des kohlensauren Gases gegen das Ende fast gänzlich nachliefs und die Blätter der Pflanze welk wurden. Das Mikroskop zeigte dieselben anatomischen Verhältnisse wie die abgeschnittene, in Kohlensäure gesetzte Wurzel: Vergröfserung der Mutterzellen der Wurzelmütze mit oft gleichzeitig eintretender punktirter Verdickung ihrer Häute, eine grofse im Innern derselben schwimmende Tochterzelle (Zellkern mit Kernkörperchen), ein flüssiger, klarer, durch Jod und Ammoniak wenig sich färbender Saft in den Zellen, zuweilen derselbe in einzelnen Zellen der Wurzelmütze und der Rindenzellen roth gefärbt, Stärke nur in den jüngsten, dem Cambium nahen Zellen vorhanden, die Zellen der Oberhaut warzig nach Aussen verlängert. — Bei einer 2 Tage in Kohlensäure gewachsenen Wurzel der *Chamaedorea gracilis* waren die Oberhautzellen zum Theil in Haare ausgewachsen, zum Theil eben so warzig geformt. Diese, wie die ältesten Zellen der Wurzelmütze, die weiten Gummigefäfse und die Bastfasern waren häufig mit Kohlensäure gefüllt.

Derselbe Versuch wurde mit Wurzeln der *Geonoma undata* angestellt. Auch hier hatten darauf die Zellen der Oberhaut sich stark nach Aussen verlängert. Stärke war in den Zellen der Wurzelmütze fast gar nicht vorhanden, während sie in der gesunden Wurzelspitze nie fehlte, dagegen waren hier eine gröfsere Menge von Raphidenbündeln in den Rinden- und Mark-Zellen.

Die Versuche über die krankhaften Veränderungen der Palmenwurzeln während ihrer Ernährung und ihres Wachsthumes in Kohlensäure wiederholte ich nun mit kohlensaurem Ammoniak. Ich stellte ein Glasröhrchen mit einer geringen Menge dieses Salzes in den leeren Schenkel des Steigrohres, den ich an die Schnittfläche der Wurzel befestigte, während die freie Spitze der Wurzel feucht erhalten wurde. Der Stand des Quecksilbers im Steigrohre wurde indessen in 2 Tagen nicht verändert. Die Schnittfläche der Wurzel war hierauf dunkel grünlich gefärbt, das Mikroskop zeigte in den Zellen der Wurzelrinde Chlorophyllbläschen die sonst nicht in den Wurzeln der *Iriartea* sich finden. Ferner waren die Tochterzellen (Zellkerne) bedeu-

tend vergröfsert, sie besafsen fast die Gröfse der Mutterzellen und enthielten meistens zwei Kernkörperchen die sich zu kleinen, sehr scharf-begrenzten Bläschen ausgedehnt hatten; diese inneren Zellenvegetationen fanden sich in allen Formen der Wurzelzellen.

Die Zellen der Wurzelmütze enthielten viele grofse Stärkebläschen, Raphiden schienen nicht vermehrt zu sein. Die Prosenchymzellen in der Nähe des Cambium-Cylinders, die später wie Bastzellen verholzen, enthielten einen gallertartig aussehenden Stoff der sich in Wasser löste und Körnchen und Bläschen hinterliefs.

Bei Wiederholung des Versuches zeigte sich derselbe Erfolg. Eine andere Wurzel setzte ich in eine wässrige Lösung von kohlensaurem Ammoniak, auch hier veränderte sich der Stand des Quecksilbers in dem Steigerohre nicht. Nach zwei Tagen befanden sich in den Zellen der Wurzelmütze viele kleine, gelblich aussehende Stärkebläschen in einer schleimigen, durch Jod sich gelb färbenden Flüssigkeit und Zellkerne, die gleichfalls das undurchsichtige Ansehn besafsen, das die mit dem gallertartig-festen Stoffe gefüllten Prosenchymzellen des Markes zeigten. Das cambiale Gewebe der Wurzelspitze war bedeutend vergröfsert und mit einer gelben, trüben Flüssigkeit angefüllt, die durch Salpetersäure noch tiefer gefärbt wurde. —

Um mich zu überzeugen, dafs wirklich Ammoniak von dem Wurzelgewebe aufgenommen werde, brachte ich die unbeschädigte Wurzel einer *Iriartea*, die noch mit dem Stamme zusammenhing, in eine sehr verdünnte Lösung von 3 Gran kohlensaurem Ammoniak und vermischte die noch ungefärbte Flüssigkeit, nachdem die Wurzel drei Tage darin gestanden mit Chlorwasserstoffsäure, nahm den nach Verdampfung der gröfsten Menge des Wassers gebliebenen Rückstand mit Spiritus auf und schlug nun das Ammoniak mit Platinchlorid nieder. Nach dem Glühen dieses Niederschlages erhielt ich 0,167 grm Platin; es hatte sich also das kohlensaure Ammoniak fast um $\frac{2}{3}$ verringert. —

Endlich machte ich sehr zahlreiche Versuche mit ähnlichen Wurzeln der *Iriartea* die ich vom Stamme abgeschnitten in Lösungen von humus- und humin-saurem Ammoniak setzte. Es zeigte sich kein Unterschied in der Wirkung der beiden Körper. Nachdem die Wurzeln zwei Tage mit der Spitze in diesen Flüssigkeiten gestanden, war das ganze Gewebe der Wurzelmütze und das des Wurzelmarkes und der Rinde in der Nähe des Cambiums mit Stärke

angefüllt. Die Zellkerne enthielten eine körnige Flüssigkeit, die durch Jod gelb, durch Ammoniak grünlich gefärbt wurde. Auch das Cambium und die Zellen der Wurzelmütze färbten sich durch Ammoniak grün, der Oberfläche näher verlor sich diese, auf Zusatz von Ammoniak erscheinende grüne Farbe und die ältesten Zellen der Wurzelmütze, wie die der Epidermis enthielten Kohlensäure. Durch Eisenchloridlösung wird der Inhalt der Zellen grünlich gefärbt und gerinnt auf den Zusatz von Alkohol. Im letzteren Falle trennten sich die verschiedenen Häute der ineinanderbefindlichen Zellen, wodurch es deutlich wurde, dafs die Stärke innerhalb der zweiten (innern) Zelle und der schleimige durch Ammoniak sich grün färbende Stoff in einer dritten (innern) Zelle, dem vergröfserten Zellkerne, befindlich war. — Raphiden waren sehr wenig in den prosenchymatischen Zellenreihen der Rinde und des Markes enthalten, die in älteren Theilen der Wurzel verdickte Wandungen besitzen. Die Form der Zellen der Wurzelmütze war eine cylinderische, parallel der Axe der Wurzel, während dieselben, wenn die Wurzel in Kohlensäure gestanden hatte, würfelförmig, nach aufsen warzig erweitert waren; die jüngeren Epidermialzellen lagen eng nebeneinander, die jüngsten, die in der natürlich ernährten Wurzel immer zuerst von dem Cambium gesondert werden, waren von dem benachbarten Gewebe noch nicht zu unterscheiden. Alles deutete auf eine vermehrte Zellenbildung bei vermindertem Zellenwachsthume.

Das Quecksilber in dem Steigerohre, das ich auf die Schnittfläche mehrerer Wurzeln setzte, veränderte nicht seinen Stand. Zuweilen fand sich in den weiten Gummifasern nach dem Versuche noch Kohlensäure. —

Bei anderen Wurzeln, die vier Tage in den organischen Ammoniakverbindungen gestanden hatten, war weniger Stärke vorhanden, dagegen schien sich die Menge der Raphiden und des schleimigen Inhaltes der dritten (inneren) Zelle (des vergröfserten Zellkernes) vermehrt zu haben. Die Häute der äufseren Zellen der Wurzelmütze waren verdickt, einige derselben, so wie viele der Prosenchymzellen der Holzbündel, enthielten den gallertartigen Stoff der sich, wie oben beschrieben, im Wasser löst; er wurde hier durch Jod gelb oder bräunlich gefärbt, gewöhnlich bleibt er sonst bei natürlich ernährten Pflanzen farblos. —

Bei Wurzeln die acht Tage mit der Spitze in einer gleichen Flüssigkeit gestanden hatten, war keine Stärke aufzufinden, nur die jüngeren dem Cambium zunächst befindlichen Zellen der Wurzelmütze enthielten den durch

Ammoniak grün gefärbt werdenden Schleim, der sich überdies in den prosenchymatischen, später verholzenden Bastzellen vorfand; die den Gummifasern zunächst befindlichen Zellen waren mit dem festen, gallertartigen, in Wasser lösbaren Stoffe angefüllt. Die Spiralfasern waren bis nahe in die Spitze der Wurzel bis zum Cambium verlängert, die Zusammensetzung derselben aus Spiralzellen war hier besonders deutlich zu erkennen. Die jüngeren Epidermialzellen standen sehr gedrängt nebeneinander und waren wenig ausgebildet, die äufseren Zellen der Wurzelmütze waren meist cylinderförmig. Alle Zellen waren voll deutlicher, grofser Kerne die durch Eisenchloridlösung dunkelgrünlich gefärbt wurden. In den Gefäfsen war kein kohlensaures Gas zu erkennen, sie waren mit Flüssigkeit angefüllt. —

Fassen wir nun alle diese, in Folge der krankhaften Ernährung eingetretenen Erscheinungen zusammen, so lassen sie den allgemeinen Schlufs zu, dafs die Einwirkung der Kohlensäure die Entfaltung, die Ausdehnung, der Zellmembran befördert, die stickstoffhaltigen Stoffe dagegen der Zellenvermehrung günstig sind. Stärke scheint nur bei der Gegenwart stickstoffhaltiger Nahrungsmittel gebildet zu werden, und auch die dann anfangs erzeugte, bei längerer Einwirkung desselben Stoffes, später wieder für die Bereitung anderer Nahrungssäfte verbraucht zu werden.

Die in dem Zellgewebe enthaltene Stärke, so wie die in Folge des Zuflusses stickstoffiger Verbindungen anfangs gebildete, wird bei einer ausschliefslichen Ernährung durch reines Wasser, durch Kohlensäure und dieselben Stickstoff-Verbindungen verflüssigt: während sich, besonders ausgezeichnet im letzteren Falle, in der auswachsenden dritten (inneren) Zelle ein schleimiges Gummi ansammelt. Längere Einwirkung von Kohlensäure auf das Wurzelgewebe der Palmen scheint die Bildung von Oxalsäure zu befördern, die bei Gegenwart von erdigen Basen mit diesen sich verbindet und in den später zu Bast sich verändernden Zellen auskrystallisirt. Nach der länger fortgesetzten Ernährung vermittelst humussaurer- oder huminsaurer-Verbindungen fand ich öfter auch in den weiten Zellen des Markes und der Rinde, die später zu Netzfasern sich vereinigen, Krystallbündel dieser oxalsauren Magnesia, während die zunächst umgebenden, später verholzenden Zellen mit dem durch Ammoniak sich grün färbenden Schleime erfüllt waren. Vielleicht wird auch die Bildung der Spiralfasern durch das stickstoffreiche Nahrungsmittel befördert. Die Gestalt der äufseren Zellen der Wurzelmütze und der

Epidermis nähert sich nach der Ernährung durch Kohlensäure mehr der würfelförmigen, nach der Ernährung durch Stickstoffverbindungen mehr der cylinderischen; in dem letzteren Falle wird die gleichförmige Verdickung der Haut der Mutterzelle, (ähnlich wie bei dem hornigen Eiweifse) so wie die punktirte Verdickung der nächst inneren Zelle (zweiter Ordnung) und die Ausdehnung der folgenden (Zelle dritter Ordnung, Zellkern) befördert.

Die Wurzel einer *Chamaedorea gracilis*, deren Stamm schon seit einem halben Jahre einige Fufs über der Erde abgeschnitten war, enthielt in der noch frischen, lebenden Spitze fast gar keine Stärke, ganz kleine Körnchen ausgenommen die sich in den, dem Cambium zunächst befindlichen Zellen fanden. Die Zellen aller Gewebe der Wurzel waren sehr regelmäfsig ausgebildet, jede mit einem scharf begrenzten, grofsen Zellkerne der in einer körnigen Flüssigkeit ein deutlich als Bläschen erkennbares Kernkörperchen enthielt. Die Spiralfasern erreichten lange nicht die Spitze des Cambiumcylinders und endeten hier nicht als solche, sondern als punktirt-verdickte Fasern.

Die Holz-und Bast-Zellen des Markes und der Rinde die in der gesunden Pflanze eine durch Jod sich gelbfärbende, gummiartige, schleimige Flüssigkeit enthalten, waren hier mit einem hellen, klaren Safte angefüllt, der durch Jod nicht gefärbt wurde. Die Querscheidewände waren noch nicht resorbirt. In dem Marke besafsen dieselben noch die dünnen Wandungen, wo in gleicher Höhe die Bastfasern der Rinde schon verholzt waren. (In der gesunden Wurzel sind die weiten Gummifasern und die Bastzellen der Rinde und des Markes bis zu gleicher Höhe verdickt.) Diese schon verholzten Fasern der Rinde enthielten noch Raphiden, die sich auch in der nicht verholzten Verlängerung bis in die Nähe des Cambiums in grofser Menge vorfanden.

Bei einer zweiten Wurzel die gleichfalls an einem Stammende gewachsen, dessen Krone abgeschnitten war verhielten sich alle diese Zustände sehr ähnlich. — Es scheinen diese Beobachtungen für die aus den oben mitgetheilten Versuchen geschlossenen Folgerungen zu sprechen, dafs die Gewebe der Wurzeln sich beim Vorhandensein von Kohlensäure auszudehnen vermögen durch Vergröfserung der angelegten Zellen, dafs jedoch beim Mangel der nothwendigen Stickstoffverbindungen (diese konnten weder von den Blättern durch den Stamm, noch von dem Boden gegeben werden da die Beobachtungen in die regenlose Zeit fielen) die Bildung von Zellen und gewisse Wachsthumserscheinungen derselben unterdrückt werden. — Diese

Thatsachen zeigen ferner, dafs die Wurzeln, in einem gewissen Grade, unabhängig von der Einwirkung der Blätter fortbestehen können, dafs ihre ganze Thätigkeit wahrscheinlich nur bezweckt Stoffe hervorzubringen durch deren Hülfe den oberen Theilen der Pflanze die nöthige Feuchtigkeit und die zu ihrem Bestehen erforderlichen mineralischen Stoffe zugeführt werden, so wie die Blätter die Gase aus der Atmosphäre ansammeln und dem Stamme zuführen, die sowohl für die Ernährung der Gewebe bestimmt sind, wie auch das Aufsteigen jener Flüssigkeiten erleichtern. —

Wenn ich in Folge der mitgetheilten Beobachtungen der Bildungs- und Wachsthums-Erscheinungen der Wurzel wagen darf eine Vermuthung über die Thätigkeit des, allen wirklichen Wurzeln eigenthümlichen, als Wurzelmütze bezeichneten Theiles auszusprechen, so ist es die, dafs mir dies Gewebe dazu bestimmt scheint die unorganischen Stoffe aus der Umgebung zu sammeln und in die Wirkungsweite der assimilirenden Thätigkeit des Pflanzengewebes zu führen.

Die äufserste Zellenschichte fanden wir mit Kohlensäure, die daran grenzende mit einer Flüssigkeit erfüllt die nach Berührung von verdünnter Schwefelsäure gleichfalls eine Luftart (Kohlensäure) entliefs. Weiter nach Innen sahen wir die dritte, innere Zelle im Wachsthume begriffen, während sich ein schleimig-gummiartiger Stoff in ihr absonderte und gleichzeitig die Stärke sich verminderte, die in den, dem Cambium noch näher liegenden Zellen in gröfserer Menge vorhanden war. Durch Versuche mit Wurzelspitzen wie anderen Pflanzentheilen die einen diesem Schleime, wie es schien, gleichen Stoff enthielten, überzeugte ich mich von dem bedeutenden Absorbtionsvermögen desselben für Kohlensäure. Die mit diesem Stoffe erfüllten Zellen der Wurzelmütze, die äufserste der mit Flüssigkeit erfüllten Schichten derselben, darf man darnach wohl als die, besonders die Kohlensäure absorbirenden Organe ansehen, die dem Cambium näheren sind noch in der Entwickelung begriffen, in ihnen ist jedoch sowohl das Wachsthum wie die Neubildung beendet, sie liegen entweder der Oberfläche zunächst oder sind nur von einer wenig zusammenhängenden Schicht, mit gasförmiger Kohlensäure erfüllter Zellen bedeckt. Kommt nun dies Gewebe mit Feuchtigkeit in Berührung, so wird nicht nur die für dieselbe durchdringliche Zellhaut mit ihr getränkt, sondern sie wird auch, bei überwiegender Masse von Flüssigkeit, die Mischung beider

Stoffe, (des Ein- und Aus-geschlossenen) nach den Gesetzen der Anziehung beider, gestatten müssen. Sie wird getödtet. —

Durch diese Diffusion ist das noch assimilirende Gewebe der Wurzelmütze zunächst umgeben von einer Lösung von Kohlensäure in Wasser oder von demselben Stoffe gemischt mit einer organischen Flüssigkeit: jedenfalls das beste Lösungsmittel nicht nur für Ammoniak und die übrigen Alkalien sondern auch für die in reinem Wasser schwerlöslichen mineralischen Stoffe, die später einen Bestandtheil des Pflanzengewebes ausmachen.

Dieses Gemisch unorganischer und organischer Lösungen tränkt nun die trockneren Zellhäute, füllt die engen Zwischenzellräume, löst die in diesem durch Austrocknen verdichteten Stoffe (die Zwischenzellsubstanz) und gelangt so zu den verschiedenen Geweben des Pflanzenkörpers von denen jedes sich auf eine seiner Natur und Stellung im Organismus entsprechenden Weise, in Folge der Annäherung dieser Flüssigkeit, verändert und auf dieselbe verändernd einwirkt: das Cambium anders wie die benachbarten Stärke enthaltenden Zellen und diese wieder in anderer Weise wie die Sammler der oxalsauren Salze oder die mit Gummi angefüllten Zellen und Fasern. —

Fast überall sehen wir die Vergröfserung der Zellen von einer Absonderung eigenthümlicher Stoffe in ihrem Innern begleitet: dafs die veränderte Form der Zelle auf eine veränderte chemische Zusammensetzung der Zellhaut deute, dafür sprechen die oben mitgetheilten Versuche und Beobachtungen über die Formveränderungen der Oberhaut der Palmen, dafs meistens die verschieden geformten Zellen einen verschiedenartigen Stoff als Inhalt umschliefsen, dies zeigt jedes aus verschiedenen Geweben zusammengesetzte Pflanzenorgan. Aller dieser Andeutungen der Assimilationsthätigkeit der Zellmembran und der stattfindenden Wechselwirkung derselben mit ihrem Inhalte ungeachtet, kann man sich, seit Dutrochet 1826 auf die Eigenschaft der Zellmembran eine Diffusion zuzulassen aufmerksam machte, nicht von dem Gedanken frei machen, die Diffusion bewirke die Vertheilung der Säfte in dem lebenden Organismus. In der That ein merkwürdiges Beispiel wie leicht sich der menschliche Geist verleiten läfst, in der Freude über die Aufklärung einer dunkelen Erscheinung, über die Erkennung eines verborgenen Gesetzes sich nicht nur der Hoffnung hinzugeben, durch dasselbe andere ähnlich scheinende Vorgänge verstehen zu lernen, sondern, der vorge-

fafsten Meinung vertrauend, selbst diese Übertragung auszuführen ohne einmal die nothwendige, strenge Prüfung unternommen zu haben, die allein vor Irrthümern bewahren kann. Und so schwierig wäre es in dem vorliegenden Falle nicht gewesen die Täuschung zu erkennen, denn die gröfste Mannigfaltigkeit des Inhaltes der verschiedenen, nebeneinanderliegenden Zellen zeigt auf einen Blick, dafs dieser Inhalt nicht dem Bestreben der verschiedenartigen Stoffe sich zu einem gleichartigen Produckte zu vereinigen, seine Entstehung verdanken könne. —

## Das Blatt.

Die Entwickelung des ersten blattartigen Organes, des Saamenlappens, haben wie schon oben bei der Betrachtung der Keimung der Palmen verfolgt und zugleich gesehen, dafs die folgenden seitlichen Ausbreitungen auf gleiche Weise sich von dem ursprünglich einfachen elliptischen Zellenkörper absondern, indem sie unterhalb der gleichzeitig fortwachsenden Spitze des embryonalen Stammkörpers sich an dessen Oberfläche als ringförmiger Wulst erheben, (1) durch Zellenvermehrung des cambialen Randes dieses Wulstes sich scheidig verlängernd, während die in dem Cambium des ursprünglichen Keimlings entstandenen Spiralfasern sich mit der gleichzeitigen, theilweisen Umbildung des Grundes dieser Scheide in dieselbe hinein verlängern. —

Die eine Seite dieser Scheide, und zwar diejenige die dem Saamenlappen gegenübersteht, nimmt etwas mehr an Dicke zu, wie die in seiner Achsel befindliche, es ist die Andeutung derjenigen Stelle die an den mehr entwickelten Blättern die Blattfläche trägt. In diese Seite hinein verlängert sich auch die erste der in dem Umkreise des Stammkörpers des Keimlings entstandenen

---

(1) Man hat die Frage aufgeworfen, ob das Blatt aus einer Zelle der Stammspitze entstehe oder aus einer Zellengruppe; bei den Palmen ist die erstere Bildungsweise nicht zu beobachten, es findet sich die erste Anlage des Blattes stets als ringförmiger Wulst die ganze Stammspitze umfassend, so wie die Eihüllen an dem Eikerne entstehen. In beiden Fällen ist wohl kaum daran zu denken den Anfang der Wachsthumsthätigkeit in einer Zelle zu entdecken; es ist ein bestimmter Abschnitt des Cambiumgewebes des Gipfeltriebes in welchem eine Vermehrung der Zellenbildung eintritt. Dafs die Entwickelung der Eihüllen nicht ungegründet mit der Entwickelung der Blätter verglichen werde, dafür spricht die Ausbildung derselben zu wirklichen, blattartigen Organen an den Eichen der *plantae viviparae* z.B. bei *Poa* und *Festuca*.

Spiralen, als die erste Grundlage eines Holzbündels, das als die Mittelrippe diese Scheide durchzieht und sich durch die gröfsere Anzahl von Holzfasern und Bastzellen, die sich aus dem sie umgebenden Cambium bilden, von den übrigen in bestimmten Abständen im Scheidengewebe vertheilten Holzbündeln auszeichnet. Dieser Kreis oder Ring von Holzbündeln nimmt, wie oben angegeben, von dem cambialen Knospengrunde seinen Anfang, ihm folgt ein anderer mit jeder neuen Blattanlage, die nach der Verlängerung des Stammkörpers des Keimlings nicht mehr in dem Knospengrunde selbst, sondern später in dem nach oben verlängerten, die Spitze des Knospengewebes mit dem Grunde verbindenden cambialen Umkreise desselben beginnen, an dessen inneren und äufseren Oberfläche sich überdies Parenchymgewebe als Mark und Rinde absondert. Es ist dies derselbe Vorgang den wir später bei allen übrigen sogenannten Gefäfspflanzen wieder finden werden, nur dafs hier bei den Palmen der seltnere Fall eintritt, dafs ein ganzer Kreis von Holzbündeln sich von dem Umkreise des Holzcylinders fast gleichzeitig für das Blatt trennt, während gewöhnlich nur ein Bündel den Holzcylinder unterhalb der Blattanlage verläfst, dem später jederseits wohl noch einige folgen. —

Auch das folgende Blatt erhält noch meistens keine Blattfläche es ist wie das vorhergehende ein einfaches, zusammenhängendes Rohr, das die nächsten, jüngeren Blattanlagen und die auswachsende Gipfelknospe selbst scheidenartig umgiebt; der obere Rand ist meistens schräg zugespitzt, wobei die Spitze der verdickten Seite der Scheide aufgesetzt ist und in ihr das gröfste Holzbündel endet.

Es ist bei den verschiedenen Arten verschieden, wie rasch die zunehmende Entwickelung der auf einander folgenden Blätter vor sich geht, meistens besitzt schon das dritte Blatt eine freie Fläche, die verlängerte plattenartige Ausbreitung des zugespitzten Randes der stärker entwickelten Seite der Scheide: es tritt dann auch, mit dieser Formveränderung zugleich, eine veränderte Richtung des Verlaufes der Holzbündel ein, indem alle, die das Gewebe der Scheide der Länge nach durchziehen von ihrem senkrecht aufsteigenden Wege abweichen und sich nach der Seite hin wenden die die Blattfläche trägt, wo sie dann, gedrängter nebeneinanderstehend, einen Halbkreis bilden. —

Die erste Blattfläche ist meistens, sowohl bei den Palmen mit fächelförmigen, wie bei denjenigen mit fiederförmigen Blättern einfach, ungetheilt

und längsfaltig, selten an der Spitze eingekerbt wie z. B. bei den Arten der Gattung *Geonoma*. In diesem Falle hängen die beiden Lappen des Blattrandes noch während der Knospenlage bis in ihre Spitze innig zusammen und das sie verbindende Gewebe wird erst während der Entfaltung des Blattes zerrissen. Diesen einfacheren Blattformen folgen nach und nach zusammengesetztere, die den völlig ausgebildeten Blättern der erwachsenen Pflanze ähnlicher werden.

Der Bildungsvorgang dieser ist dem des einfachen Blattes ähnlich, doch etwas verwickelter durch die zusammengesetztere Form; in der Gipfelknospe eines erwachsenen, kräftigen Stammes sieht man alle Entwickelungsstufen nebeneinander. Entfernt man hier alle schon entfalteten Blätter und die älteren Blattanlagen behutsam nach einander, so kommt man endlich auf die ungetheilte halbkugliche Verlängerung der Stammspitze, die von einem wulstigen Ringe umgeben ist. Dieser Wulst, die erste Anlage eines Blattes, ist an einer Seite mehr verdickt, wie in dem übrigen Umkreise und zugleich in etwas älterem Zustande, ringsum so weit verlängert, dafs die cambiale Stammspitze mit der, etwa inzwischen gebildeten, folgenden, jüngeren Blattanlage überwachsen ist.

Einige Zustände dieser jüngsten Blattanlage habe ich von der *Chamaedorea gracilis* Willd. und *Iriartea praemorsa* Kl. auf der zweiten Tafel gezeichnet. (Dafs die Gipfelknospe des Stammes nicht in der Mittellinie desselben liegt bemerkt schon Casp. Fried. Wollf in seiner *theoria generationis* 1774 §. 44.) In Fig. 3. ist die Blattanlage der *Iriartea* so weit verlängert und das Gewebe zugleich so sehr vermehrt, dafs die ursprünglich die Stammspitze umgebende cylinderische Öffnung so weit verwachsen ist, dafs nur noch die Spitze des nächst jüngeren Blattes aus derselben hervorragt. Es ist dies der Ort wo die scheidenartige Blattstielbasis in den einfachen, verlängerten Blattstiel übergeht. Dieser besteht jetzt aus einem zugespitzten, etwas breitgedrückten Zellenkegel, dessen Kanten rechts und links von der Axe des Stammes liegen. In dem cambialen Gewebe dieser Kanten entstehen querliegende, wulstartige Erhebungen, wodurch dieselben von unten bis in die Spitze eingekerbt erscheinen; doch ist diese Einkerbung nur scheinbar, hervorgebracht durch die starken seitlichen Hervorragungen des Randes, indem die eigentliche, äufserste Kante desselben nicht in die wulstartigen Erhebungen mit inbegriffen ist, sondern gradlinig über alle fortläuft.

Das Gewebe der Scheide und des Blattstieles ist zu dieser Zeit schon in Parenchym und Holzbündelanlagen gesondert, ersteres enthält kleine Stärkekörperchen. In dem Grunde des Blattstieles zeigen sich in den cambialen Holzbündeln schon einzelne Spiralfasern, während in den oberen Theilen desselben eine solche nur in dem mittleren Holzbündel vorhanden ist.

Mit dem fortschreitenden Wachsthume und der Ausdehnung der Zellen des Blattstieles dauert gleichzeitig die Zellenbildung in dem inneren Gewebe des scheinbar eingekerbten, cambialen Randes desselben fort und zwar auf die Weise, dafs diese Kerben, die ersten Andeutungen der Blattfiedern nicht blos rechts und links sich ausdehnen und dadurch die früher etwas breitgedrückte Form des Blüthenstieles abrunden, sondern auch fast parallel mit dem Blattstiele in senkrechter Richtung emporwachsen, so dafs die oberen durch die nächst unteren gedeckt werden. In Fig. 4 habe ich den Zustand des Blattes gezeichnet wo diese Anlagen der Blattfiedern — die an jeder Seite desselben alle, von der untersten bis zur obersten, durch die nicht ungleichförmig ausgewachsene Kante zusammen vereiniget sind, — die Ausdehnung erhalten haben, wo der Blattstiel, aus dessen Oberfläche sie herangebildet wurden, ganz durch sie verdeckt ist. Das Gewebe derselben ist zu dieser Zeit noch durchaus cambial, nicht in Parenchym gesondert. Die Oberhaut besitzt keine Spaltöffnungen, während auch in den Holzbündeln des oberen Theiles des Blattstieles schon einzelne Spiralfasern gefunden werden. Diese Spiralfasern erscheinen zuerst in denjenigen cambialen Holzbündeln der Blattanlagen, die das innerste Parenchym des Blattstieles begrenzen und zwar erhält sie als erstes das mittlere, dem Umkreise zugewendete Bündel, (Fig. 6 a) welches den ganzen Blattstiel, bis in die bei der Entfaltung des Blattes sich abtrennende Spitze, durchzieht; dann treten sie in den beiden zunächst stehenden Bündeln auf, die das erste begleiten, und nach und nach auch in den entfernteren dieses Kreises, die sich in die Blattfiedern abzweigen, deren Mittelrippe sie bilden. Später erscheinen erst die Spiralfasern in den mehr nach Aussen befindlichen Cambium-Bündeln (b) der Blattbasis, die gleichfalls sich in die Blattfiedern wenden und zwar von diesen wiederum in denjenigen zuerst, die dem Holzbündel (a) zunächst stehen. Derjenige Theil des zuerst entstandenen cambialen Wulstes (Fig. 1. und 2.), der nicht zum Blattstiele auswächst, hat sich inzwischen zu der Blattscheide ausgebildet und an der dem Blattstiele entgegengesetzten Seite ein wenig die Öffnung der

Scheide überwachsen Fig. 4. c. und Fig. 5. wodurch dieser Theil an eine ähnliche Bildung des Saamenlappens mancher Gräser erinnert, den Richard „epiblastus" nennt z. B. bei *Triticum, Avena, Lolium, Olyra* etc. und den Mirbel, Bischoff, Lindley, Decandolle für einen zweiten Saamenlappen halten, (Vergl. Bischoff's Handbuch der bot. Term. p. 531) während Schleiden ihn gar für die ligula erklärt (Grundzüge p. 185 Fig. 153. b.)

In noch älteren Blattanlagen bekommen auch die einzelnen Blattfiedern ebenfalls wellige Hervorragungen oder Einkerbungen, den Falten des vollständig angelegten Blattes entsprechend; doch auch in ihnen erstreckt sich diese Faltung des Gewebes nicht auf den oberen Rand desselben, so dafs alle Blattfiedern sowohl untereinander zusammenhängen, als auch die Falten jeder einzelnen durch einen nicht gefalteten Saum zusammengehalten werden. In Fig. 5 habe ich eine solche Entwickelungsstufe der Blattanlage der *Iriartea* gezeichnet, wo man deutlich sieht wie jede einzelne gefaltete Blattfieder, deren obere durch die unteren bedeckt werden, von einem nicht gefalteten Rande eingefafst wird. In diesen Blattfiedern ist jetzt gleichfalls die Umbildung des Cambiums in Parenchym eingetreten, es enthält kleine Stärkekörperchen: das Gewebe der Oberhaut ist mit einer schleimigen Flüssigkeit in der die tertiäre Zelle, der Zellkern, schwimmt angefüllt: die Spaltöffnungszellen zeichnen sich jetzt vor den übrigen Zellen der Oberhaut durch ihren Stärkegehalt aus, die Haut der Mutterzelle, die die beiden den Absonderungsstoff enthaltenden Zellen umhüllt, ist durchlöchert, und dadurch der Atmosphäre der Zutritt zu dem Parenchyme des Blattes gestattet; man sieht, dafs von diesen Stellen aus sich die Zwischenzellräume mit Luft füllen: die cambialen Holzbündel derselben enthalten einzelne Spiralfasern, es sind Verlängerungen der Faserbündel des Blattstieles, die dort, wie oben beschrieben das mittlere Parenchym einfassen; aus einem solchen Bündel entspringen die Fasern mehrerer Blattfiedern in verschiedener Höhe des Blattstieles. —

Das Gewebe des Blattstieles ist zu dieser Zeit mit grofsen Stärkebläschen angefüllt, die Entwickelung der Holzbündel ist sehr viel weiter vorgeschritten, vor den zuerst gebildeten Spiralfasern stehen andere, gleichfalls abrollbare, weitere Fasern zu einem Bündel vereinigt. Die weiten Gummifasern des Bündels sind noch nicht angelegt. In der, auf das erste Erscheinen der Spiralfasern folgenden Verholzung der cambialen Bündel tritt später eine veränderte Folge ein, da dann die äufseren der Oberfläche (und zwar

der unteren) zunächst stehenden Bündel zuerst verholzte Fasern und Bastzellen erhalten. Die scheidige Basis des Blattstieles verhält sich ähnlich wie dieser, doch sind die Höhlen aller Zellen mehr erweitert.

Das Gewebe des nicht gefalteten Blattrandes ist in seiner Entwickelung demjenigen der Blattfiedern immer etwas voraus. Es verhält sich, hinsichts dieser frühzeitigen Entwickelung, wie ein Epidermialgewebe, doch ist es, wegen der in ihm ununterbrochen sich verlängernden Holzbündel, durchaus nicht dazu zu rechnen. Es besitzt schon Spaltöffnungen, wenn in der Oberhaut der Blattfiedern diese noch nicht aufzufinden sind. Es ist grofszellig, enthält einen klaren, schleimigen Zellsaft und einen sehr deutlichen Zellkern. Die Zwischenzellräume sind hier schon mit Luft erfüllt, wenn das kleinzellige Gewebe der Blattfiedern noch mit einer trüben, schleimigen Flüssigkeit getränkt ist und viele endogene Zellen enthält. Die Holzbündel verlängern sich aus den Blattfiedern in diesen Rand, in welchem sie bis zur Spitze verlaufen. —

Nach der vollständigen Ausbildung des Blattes, mufs sich nun, bei der von oben beginnenden Entfaltung desselben, die zusammengefaltete Blattfläche von dem, diese Falten zusammenheftenden Blattrande trennen. Dieser, der sowohl mit dem unteren Theile des Blattstieles, wie mit der Spitze zusammenhängt, bleibt bei gewissen Pflanzen noch einige Zeit im Umkreise der sich ausbreitenden Blattfiedern ausgespannt; es ist dies besonders bei den Gattungen der Fall, wo der sich abtrennende Blattrand eine bedeutendere Dicke und dadurch eine gröfsere Festigkeit und zugleich gröfseren Zusammenhang besitzt wie z.B. bei der *Iriartea*, während bei anderen nur die Verbindungsstellen von einer Blattfiederspitze mit dem Rande der nächst höheren durchreissen, in welchem die von jenem sich in diesen verlängernden Holzbündel befinden, und das die nebeneinanderliegenden Blattränder der verschiedenen Fiedern vereinigende Parenchym gleichfalls zerrissen wird. Durch diese Zerreifsung der Holzbündel der Blattspitzen, die sowohl die Mittelrippen der Blattfiedern, wie auch den ganzen gemeinschaftlichen Blattstiel durchziehen, und durch die zuerst eintretende Trennung einer kurzen stachelartige Verlängerung des Blattstieles selbst, in welcher die Holzbündel dieses letzteren enden, werden fast alle in den gröfseren (wie wir bei der Betrachtung des Stammes sahen, die Mitte seines Markgewebes durchziehenden) Bündeln des Holzcylinders enthaltenen Fasern und Gefäfse dem unmittelbaren Zu-

tritte der Atmosphäre geöffnet: es können jetzt dieselben mit denjenigen luftförmigen Stoffen sich unmittelbar füllen, die früher nur durch Hülfe der Spaltöffnungen und Zwischenzellgänge in ihre Nähe gebracht, und durch Vermittelung ihrer Häute von ihnen aufgenommen werden konnten. Taf. II Fig. 7 habe ich das Ende des Blattstieles des *Oenocarpus utilis* Kl. nachdem die Spitze desselben sich abgetrennt hatte, von oben gesehen, gezeichnet. Es ist eine Vereinigung mehrerer Holzbündel zu einem einzigen, das aus Bastzellen und Holzfasern nebst verholzten Netzfasern besteht.

Die durch diese eigenthümliche Einrichtung herbeigeführte Veränderung in dem Zutritte der Atmosphäre zu dem inneren Gewebe der Pflanze, ist ohne Zweifel auf die Ernährung desselben von einigem Einflufse. Vielfach angestellte sorgfältige, vergleichende Untersuchungen und Messungen des Blattes und seiner Gewebe haben mir bis jetzt das Ergebnifs geliefert, dafs für das Palmenblatt dieser Bau, in Bezug auf die Bildung und Umbildung der festen Absonderungsstoffe des Zelleninhaltes, von keinem bemerkbaren Einflufse ist: auf das Wachsthum und die Ausdehnung der Zellen selbst, besonders in den unteren Theilen des Blattstieles, indessen fördernd einwirkt. Auffallender noch tritt dies letztere Verhältnifs bei der Entwickelung des Stammes ein, wo nach der Entfaltung des Blattes die ihr Breitenwachsthum beendeten Stengelglieder sich in beschleunigtem Maafsstabe in die Länge ausdehnen. Bei den zu den jüngeren Blattanlagen gehörenden, ihren Durchmesser noch vergröfsernden Stammtheilen, bis zu dem entwickelten, jedoch noch nicht entfalteten Blatte nahm die Länge desselben wie 1: 2: 4 zu; dann aber war die Länge des, unter dem kürzlich entfalteten Blatte stehenden Stammtheiles nicht 8 sondern 20 und die der folgenden, zu den schon älteren Blättern gehörenden, im Durchschnitte 50.

In dem Grunde aller Blattanlagen der Gipfelknospe in dem alle in das Blatt eintretenden Holzbündel-Anlagen nahe beisammen liegen, befindet sich in dem hier nur geringen Parenchymgewebe, die gröfste Menge von Stärke, obschon die Zellen an Weite hinter denjenigen des Blattstieles zurückstehen, vielmehr denen des Stammgewebes sehr ähnlich sind. Es scheint, dafs die Nahrungsflüssigkeit zerlegt wird in einen stickstoffreichen Antheil für die Neubildung von Zellen und in einen kohlenstoffreichen aus dem sich hier die Stärke bildet, die daher in gröfserer Menge sich anhäuft, wo die sie absondernden Zellen in geringerer Anzahl vorhanden sind, welche ihn nicht zur Vergröfse-

rung ihrer Häute verwenden können. — Oberhalb der Trennungsstelle des Blattes von dem Stamme vermehrt sich das Parenchym sehr und die einzelnen Zellen besitzen eine bedeutend gröfsere Weite.

Einzelne Zellenreihen dieses Parenchyms, zwischen den gröfseren Holzbündeln befindlich, sind in der Richtung der Blattstiellänge, sehr viel länger wie die übrigen benachbarten, stärkehaltigen Parenchymzellen deren Weite sie besitzen; sie enthalten, bald nach ihrer Sonderung aus dem Cambium, Bündel von Krystallnadeln, oxalsaure Bittererde, wie es scheint innerhalb einer Zellhaut eingeschlossen; doch habe ich diese nicht mit Gewifsheit erkennen können. Diese Krystallnadeln vergröfsern sich fortwährend, indessen die Stärke aus dem übrigen Parenchyme verschwindet; ähnlich wie in dem Gewebe des Stammes, in das sich diese Zellenreihen hineinverlängern, sind sie noch in den ganz alten, völlig ausgewachsenen und verholzten Theilen vorhanden. Die sich berührenden wagerechten Wände scheinen beständig unverändert zu bleiben, so dafs nicht die Faserform aus diesen Zellenreihen hervorgeht, wie man es an anderen Orten z. B. in der Wurzel findet, wo dann dieser Vorgang mit einer Auflösung der Krystalle meistens zusammentrifft oder derselben bald folgt und später in der Regel ein Verholzen der Zellen d. h. ein Wachsthum der Tochterzelle in die Dicke, eintritt. Die Weite ihrer Höhlung vergröfsert sich mit dem Wachsthume des ganzen Gewebes, so dafs sie, in dem ausgebildeten Zustande desselben, die der Parenchymzellen bedeutend übertrifft. Häufig besitzen sie wegen der Zartheit der Häute der benachbarten Zellen auf Querschnitten das Ansehen von Gummigefäfsen zu denen sie sich jedoch, bei den Palmen die ich untersuchte, nicht umformen. —

Schon oben sahen wir bei der Entwickelung des Blattes und des Stammes, dafs die zuerst in den cambialen Holzbündeln erscheinenden Spiralfasern sich aus den unteren, in dem Holzcylinder des Stammes befindlichen Theilen hinauf verlängern, in die inzwischen sich erst aus dem Cambium sondernden Gewebe des entstehenden Blattes, und dafs diesen Spiralfasern fast gleichmäfsig die Bildung der übrigen Gewebe des Holzbündels folge. In den oberen Theilen des Blattes tritt indessen nach seiner Berührung mit der Atmosphäre, eine Abweichung von dieser successiven Bildung ein, indem hier sowohl die Entstehung der Elementargewebe des Holzbündels wie deren spätere Umformung, derjenigen der Gewebe des dem Knospenkern näheren Theiles etwas vorauseilt. Die Bildung der Spiralfasern wird hier bedeutend

beschleunigt und neben der zuerst entstandenen zeigen sich sehr bald mehrere andere Fasern punktirt oder treppenförmig verdickt ([1]). Zunächst darauf bilden sich in diesen oberen Theilen des Blattstieles die beiden weiten Gummifasern in dem cambialen Holzbündel, sie treten hier schon sehr deutlich hervor, wenn sie in den unteren Theilen sich noch nicht von den übrigen Zellen unterscheiden lassen. Auch hierdurch wird es deutlich, dafs nicht etwa durch Saftströmungen oder andere mechanische Mittel die Form der Gewebe hervorgerufen wird und dadurch zu erklären ist, dafs vielmehr in der Gestaltung des Pflanzenkörpers wie eines jeden organischen Wesens, die Durchführung eines dem werdenden Geschöpfe inwohnenden, mit dem zu formenden Stoffe im innigsten Zusammenhange stehenden Vorbildes erstrebt und, — bedingt durch die stattfindenden chemischen und physikalischen Verhältnisse dieses Stoffes, welche, in einer für jede Art bestimmten Grenze, Änderungen erleiden können — mehr oder weniger vollkommen, erreicht wird ([2]). So finden wir auch in dem ausgebildeten Palmenblatte ununterbrochen das Gewebe

---

([1]) Die Verholzung dieser Fasern findet in einer Reihefolge statt, sie beginnt in derjenigen, welche die erste Spirale unmittelbar berührt. Da während dieser Verholzung der gummiartige Inhalt verschwindet und durch Kohlensäure ersetzt wird, so könnte man vielleicht verleitet werden anzunehmen die Verdickungsschichten seien ein Produckt der Vereinigung jener Flüssigkeit mit der Kohlensäure, ein durch diese chemische Verbindung bewirkter Niederschlag auf die Zellwand. Gegen eine solche Ansicht sprechen mehrere Thatsachen: erstens würde ein solcher Niederschlag nicht so gleichmäfsig die Wandung der Faser bedecken, sonderen an der Seite sich anhäufen, die dem Zuflufse der Kohlensäure zunächst liegt: hier wäre es die, nach der mit Kohlensäure gefüllten Spirale gewendete, im Allgemeinen die nach der Oberfläche des Organes gekehrte Seite, — zweitens würde ein solcher Niederschlag die der Tochterzelle anhängenden Bläschen bedecken, die sogenannten Treppen- und Poren-Kanäle würden nicht entstehen können, — drittens sehen wir in den Zellen der Wurzelmütze eine ganz ähnliche Verdrängung des Zellsaftes durch Kohlensäure, doch hier ohne eine Verdickung der Zellhaut. —

([2]) Die Ausführung dieser „Idee der Art" ist in der unorganischen Schöpfung mit der Entstehung der bestimmten Mischungsverhältnisse des Stoffes gegeben an die sie gebunden ist, sie ist hier allein abhängig von der Eigenthümlichkeit des Zustandes einer Flüssigkeit: in der organischen Schöpfung ist sie zunächst durchaus abhängig von etwas vorhandenem Festen, welchem sie inwohnt, dann erst kommt der Zustand des flüssigen Stoffes, der auf das Erzeugnifs des ursprünglich Geschaffenen einwirkt, in Betracht und äufsert seine hemmende, fördernde oder ändernde Wirkung, um den im mütterlichen Körper entstandenen Keim zu tödten, oder ihn zu der Form seiner Art oder irgend einer möglichen Abänderung derselben sich entwickeln zu lassen.

durchziehende Fasern und Gefäfse zu einem Bündel vereinigt, wenn nicht durch äufsere störende Einflüsse deren Ausbildung unterdrückt war: obgleich ursprünglich kein Zusammenhang durch ein etwa stattfindendes Wachsthum eines Theiles nach einer Richtung hin gegeben war, wie man sich dies früher z. B. von der Spirale dachte oder im thierischen Körper die Drüsen als Ausstülpungen umfangreicherer Organe ansah, bevor Reichert durch die Entwickelungsgeschichte nachwies, dafs gleichzeitig sowohl das eine wie das andere Organ durch die Vereinigung der zu dieser Bildung befähigten Elementarbestandtheile des embryonalen Organismus entsteht.

In dem Umkreise des Holzbündels finden sich auch hier im Blatte Übergangsformen und Hemmungsbildungen des Parenchymes, letztere in senkrechte Reihen geordnet, die das Parenchym begrenzenden Bastzellen ausfüllend; man kann daher von dem Wachsthume des Palmenblattstieles nicht sagen, dafs es nach einer Seite hin geschah, sondern das Parenchym vermehrte sich von dem Umkreise aller cambialen Holzbündel aus, und die Umbildung des Cambiums in Holzzellen findet in den verschiedenen Bündeln von der Mittellinie des Blattstieles nach der Oberfläche desselben hin statt. Die vollkommene Ausbildung der Holz-Fasern und -Zellen, in der Art wie es oben von denen des Stammes beschrieben wurde, ist in dem Blattstiele noch vor der Entfaltung der Blattfiedern beendet, dann verschwindet die Stärke aus den Zellen des Parenchyms und eine gummiartige Flüssigkeit ([1]) erfüllt nicht nur das

---

([1]) Dieses Gummi, das sich gegen Reagentien ebenso verhielt, wie das in dem Gewebe der Wurzel vorkommende, dort beschriebene, wird durch Ammoniak gleichfalls grün gefärbt; da es der Entstehung des Chlorophylles vorhergeht, könnte es scheinen als sei es die Grundlage dieses Stoffes der durch die Verbindung mit dem, vielleicht aus der Atmosphäre entnommenen Ammoniakgase, unmittelbar daraus hervorgehe. Dies ist aber ganz gewifs für das Chlorophyll der Palmen nicht richtig. Bei der Betrachtung der Wurzel lernten wir in der Wurzelmütze Zellen kennen, in denen, während der Aufsaugung des Stärkemehls, eine Zelle entsteht und wächst, die ebenfalls eine durch Ammoniak sich grün färbende Flüssigkeit enthält; ferner sahen wir oben p. 109 in den Spaltöfnungszellen neben den Stärkebläschen eine gröfsere Zelle sich bilden die denselben Stoff enthielt, es liegt daher wohl die Vermuthung nahe, dafs auch in dem Parenchyme des Blattes dieses Gummi das Erzeugnifs einer endogenen Zelle sei, deren Auffindung nur die Beschaffenheit des Zellsaftes, der bei der Vermischung mit Wasser auf dem Objecttische des Mikroskopes gerinnt, verhindere. Dazu kommt, dafs auch die Holzzellen eine kurze Zeit diesen Stoff enthalten, in denen sich doch nie Chlorophyll bildet, und dafs das Chlorophyll des Palmenblattes ein sogenanntes körniges ist, d. h. dafs es den Inhalt

Zellgewebe, sondern auch wiederum die früher Kohlensäure enthaltenden Fasern und Gefäfse, in letzteren ist es mit den Raphiden gemischt, die Saftfülle des ganzen Blatt-Gewebes scheint die Entfaltung desselben zu unterstützen; diese letztere beginnt von den oberen Theilen desselben zu den unteren fortschreitend, der Blattrand wird abgeworfen und die dem Zutritte der Atmosphäre geöffneten Fasern füllen sich von Neuem mit Kohlensäure, während das Wachsthum des Stammtheiles den diese Holzbündel durchziehen aufserordentlich beschleunigt wird.

Die Bildung und Umbildung der Holzbündel der Blattfläche entspricht dem von diesen Geweben bei dem Blattstiele gegebenen Vorgange: die Anlage derselben erfolgt von den unteren dem Blattstiele näheren Theilen nach den oberen hin; die späteren Wachsthumsveränderungen dagegen nehmen in den oberen dem Einflusse der Atmosphäre zunächst ausgesetzten ihren Anfang. Einige Zeichnungen die ich von den Blattfiedern der *Klopstockia cerifera* auf der zweiten Tafel gegeben habe, werden dies Verhältnifs einem Blicke darlegen. Eigenthümlich und bemerkenswerth ist hierbei noch die Bildungsweise der die Unterseite dieser Blätter bedeckenden Behaarung, diese ist nicht das Erzeugnifs eines später eingetretenen Wachsthumes der Oberhautzellen, sondern die äufserste Schicht des in die Gewebe des Blattes sich umformenden Cambiums nimmt unmittelbar die Gestalt dieser cylinderischen, einfach gegliederten Haare an, die gleichlaufend mit der Längenrichtung des Blattes die Oberhautschicht desselben bedecken. Der flüssige Inhalt dieser Haarzellen ist hell und ohne feste Bestandtheile, gegen chemisch wirkende Stoffe scheint er wenig empfindlich, es ist mir daher nicht gelungen über die Natur desselben Aufschlufs zu erlangen, was um so mehr mir erwünscht gewesen wäre, da dieses haarartige Gewebe in besonderer Beziehung zu der Thätigkeit der Holzbündel zu stehen scheint. In der Gegend der cambialenHolzbündel, die bis an

---

von Bläschen ausmacht, deren Haut, während seiner Absonderung nach Innen, auswächst. Die Bildung des Chlorophylls ist daher keine unorganische sondern eine organische d. h. abhängig von dem Wachsthume einer Zelle, und der eigentliche Vorgang zur Zeit für die Palmen noch unbekannt. Die von Mettenius und Naegeli mitgetheilten Beobachtungen, so wie die Untersuchung der fleischigen Früchte der *Grossularia*, *Vitis etc.* die mir schon früher ein ähnliches Ergebnifs brachte, können als Bestätigung meiner Ansicht über die Natur des Chlorophylles und als Anhaltspunkte für weitere Untersuchungen dienen.

die Oberfläche des Blattes sich ausdehnen, sind diese Haare am innigsten mit dem Blattgewebe verwachsen und hängen hier am längsten mit demselben zusammen: nach der Trennung dieser Schicht von der Oberhaut beginnt die Verdickung derselben und die Bildung von Spaltöffnungen in der Gegend der Anheftung der Haare (Taf. II Fig. 11. a.). Bei dieser *Klopstockia* finden sich auf der Oberseite der Blattfläche keine Spaltöffnungen, wohl aber auf der Oberfläche des etwas behaarten Blattstieles. Ganz gleiche Verhältnisse in dem Vorkommen der Spaltöffnungen finden sich bei den Gattungen *Geonoma* und *Oenocarpus* bei der *Chamaedorea gracilis* dagegen kommen Spaltöffnungen auf allen Seiten der Blattfläche und des Blattstieles vor.

Diese so eben mitgetheilte Entwickelungsgeschichte des Blattes der Palmen läfst wohl keinen Zweifel übrig, dafs Schleidens Theorie einer Entwickelung des Blattes von dessen Spitze zur Basis auf dasselbe keine Anwendung findet, so wie auch meine übrigen Beobachtungen an Blättern der verschiedensten Pflanzengruppen ein solches Gesetz, als in der Natur nicht begründet, zurückweisen. Im Gegentheile entwickelt sich das Palmenblatt von seinem Grunde zur Spitze hin d. h. die dem Stamme näheren Theile hören zuerst auf durch Zellenvermehrung sich zu vergröfseren, während die entfernteren noch darin verharren. Der Blattstiel hat schon eine bedeutende Gröfse erreicht bevor die Theile der Blattfläche deutlicher hervortreten und diese wachsen am Umkreise d. h. dort wo ihr Gewebe mit der Atmosphäre in Berüherung kommt am längsten. Nach der vollendeten Anlage des Blattes durch Zellenbildung, nimmt dann die Ausdehnung und besonders die Verholzung der Zellen und Fasern, wie schon erwähnt, von der Blattspitze, als dem bei den Palmen zuerst mit der Atmosphäre in ungehinderte Berührung tretenden Theile, seinen Anfang und setzt sich von hier in die unteren, dann auch aus den sie umhüllenden Scheiden der älteren Blätter hervorwachsenden Abschnitte der Blattfläche und des Blattstieles fort.

Obgleich ich durch die Darlegung meiner Beobachtungen der Entwickelungs- und Wachsthums-Weise der Gewebe der Palmen und meiner in Folge dieser entstandenen Ansichten über die Ernährungsweise derselben den Verdacht von mir fern gehalten zu haben glaube an einen Kreisflufs des Saftes in den Pflanzen zu denken: so ist es doch vielleicht nicht überflüssig manche anders gesinnte Leser dieses Aufsatzes, die durch meine Bemerkungen über die Eigenthümlichkeit des Palmenblattes, der Atmosphäre den Zutritt zu dem

Gewebe des Stammes zu erleichtern, an jene Lehre erinnert wurden — noch besonders darauf aufmerksam zu machen, dafs in dem ganzen Körper der Palmen durchaus keine Gefäfs-oder Faser-Verbindungen vorkommen, die den Gedanken an einen Kreisflufs des Saftes rechtfertigen könnten. Alle Fasern verlaufen, ohne Zweige an benachbarte abzugeben, von ihrem unteren in dem Holzcylinder des Stammes liegenden Ende, ununterbrochen in die Spitzen des Blattstieles und der Blattfiedern: ja man kann nicht einmal behaupten, dafs ein und dieselbe Faser in ihrer ganzen Länge ein ununterbrochenes Rohr bilde, da, wie wir oben sahen, nicht selten die wagerecht sich berührenden Wände der Zellen aus denen diese Fasern entstanden nicht zerstört werden, daher als Querscheidewände selbst der in ihnen etwa aufsteigenden Flüssigkeit keinen freien Durchgang gestatten. Es können also diese durch Scheidewände unterbrochenen Fasern, da sie nicht einmal mit den unteren Stammtheilen in Berüherung kommen, schwerlich als die alleinigen Vermittler der Verbreitung der von den Wurzeln aufgenommenen Flüssigkeit dienen; an eine Umkehrung des in dem Blatte angelangten Stromes und eine Rückleitung durch andere Gefäfse kann gar nicht gedacht werden. Das Einzige was diese Gefäfse und Fasern vermögen ist eine beschleunigte Leitung der in ihnen enthaltenen Stoffe zu anderen Geweben und zwar in einer, durch ihre Vertheilung im Pflanzenkörper, bestimmten Richtung. Sie werden sich mit der durch die Wurzel aufgenommen uud durch die Zwischenzellräume ihnen zugeführten Flüssigkeit, wenn es die Beschaffenheit ihrer Häute und ihres Inhaltes gestattet oder vermittelt, füllen und so eine raschere Wechselwirkung der in ihren verschiedenen Abschnitten befindlichen Stoffe möglich machen. Da die in ihnen hin und wieder noch vorhandenen Querscheidewände nicht an der Verholzung, der senkrechten Wandungen Theil nehmen, sondern mit dem vorschreitenden Alter der Pflanze immer mehr sich verlieren, so sind sie wahrscheinlich nur mechanische, dem Drucke und der chemischen Wechselwirkung leichter weichende Hindernisse. Wird die Vermehrung der Flüssigkeit durch die Wurzeln unterbrochen, so wird auch das Aufsteigen des Saftes gehemmt sein: das Pflanzengewebe wird dort zuerst von Flüssigkeit entleert werden, wo die Verdunstung am leichtesten vor sich geht d. h. in den Blättern; doch von einem Herabsteigen des Saftes von hier aus kann desshalb nicht die Rede sein, nur von einem Nicht-Aufsteigen.

## Die Knospen.

Bisher betrachteten wir diejenigen verschiedenen Organe der Palmen, durch deren Bestehen und wiederholte Entwickelung die individuelle Erhaltung der Pflanze vermittelt wird. Aufser diesen dem Einzelwesen eigenthümlichen, dasselbe zusammensetzenden Theilen besitzen nun die Palmen, wie alle übrigen organischen Wesen noch andere zur Erhaltung und Fortpflanzung der Art bestimmte Organe, die wir von der uns vorgesetzten Untersuchung nicht ganz auschliefsen können, theils weil ihre Entstehung und Ausbildung mit dem Baue des Einzelwesens in so enger Beziehung steht, theils weil dieselben als unmittelbare Anfänge neuer Organismen ebensowohl in den Kreis unserer Betrachtung gehört wie die Entwickelung dieser aus dem Saamen.

Es sind dies die Knospen, die Anlagen neuer dem Mutterstamme gleicher oder ähnlicher Wesen, deren Entstehung in so innigem Zusammenhange mit der Bildung des Blattes steht, dafs selbst C. Fr. Wolff die Ansicht hegen konnte die Knospe sei das wesentliche, ursprüngliche Erzeugnifs der Mutterpflanze und das Blatt aus deren Achsel diese Knospe sich hervorbildet sei nur der frühzeitig ausgebildete Theil dieses jungen Sprösslinges.

Untersucht man die Blattanlagen des Gipfeltriebes eines Palmenstammes, so findet man hier Verhältnisse die demjenigen der Wolff's Ansicht zu widerlegen sich bemüht, kaum hinreichenden Stoff zu dem Gelingen dieses Unternehmens bieten möchten.

Zwar finden sich in den Achseln der allerjüngsten Blattanlagen keine Andeutungen von Knospen, man sieht nur den einfachen ringförmigen Wulst die ungetheilte Spitze des Stammes umfassen, doch sobald sich die eine Seite dieses wulstigen Auswuchses als Andeutung des Blattstieles auszudehnen beginnt nimmt auch eine vermehrte Zellenbildung im Grunde dieser Blattanlagen seinen Anfang, die Trennungslinie des Stamm- und Blatt-Gewebes durch einen zweiten, kleineren Ring von cambialem Zellgewebe bezeichnend. —

Freilich ist hier die Anlage einer Knospe erst nach dem Erscheinen der Blattanlagen zu erkennen, wer möchte indessen diesen Umstand als einen gültigen Beweis gegen des scharfblickenden Wolff beachtenswerthen Ausspruch geltend machen, wenn man sich vorher an der keimenden Pflanze überzeugte wie schwierig es ist die ursprünglich vorhandene Spitze des Keimlinges, bei der überwiegenden Ausbildung des ersten Blattes, nicht aus den

Augen zu verlieren: oder wenn man die Axe eines jungen Farnes oder des Stammes einer Piperacee während des überwiegenden Wachsthumes eines Blattes bis auf eine Andeutung verschwinden sieht.

Es sind aber noch andere Gründe die gleichfalls gegen die Annahme eines ursprünglichen Vorhandenseins eines Astes in der Achsel eines jeden Blattes sprechen, nämlich das regelmäfsige Fehlen einer solchen Bildung in den Blattachseln der Blumenhülle und der jungen Keimpflanze: denn wenn auch hier eine Bildnng von Knospen nicht unerhört ist, so tritt doch dieselbe unter Verhältnissen ein, die einer solchen Ansicht nicht günstig sind.

Ich bin daher der Meinung, dafs das fast regelmäfsige Auftreten von Knospen in der Blattachsel in den Entwickelungsverhältnissen des Blattes begründet und als eine Folge dieser zu betrachten ist: eine genauere Kenntnifs der Ernährungs-und Wachsthums-Erscheinungen des Stammes und Blattes der Mutterpflanze und der Wechselwirkung beider wird erst über die Bildung der Knospen ein klares Licht verbreiten können.

Verfolgen wir zuerst die Entwickelung der regelmäfsig mit den Blättern der älteren Palmen fast gleichzeitig entstehenden Knospen. Oben schon bemerkte ich, dafs sehr früh, bald nach dem Erscheinen der Blattanlagen, die Anfänge von Knospen in deren Achsel d. h. an der Grenzlinie der Blattoberfläche und des nächst höheren Stammtheiles als kleine schuppige Auswüchse zu erkennen seien. — Dort wo in dem wulstigen Ringe der Blattanlage die Zellenbildung vermehrt und das Auswachsen zu der seitlichen Ausbreitung des Blattstieles mit der Fläche vorbereitet wird, beginnt auch die Erhebung des cambialen Gewebes, dessen Zellenvermehrung sich von hier nach beiden Seiten der Achsel des stengelumfassenden Blattes auf eine beträchtliche Strecke ausdehnt, wodurch hier eine dreiseitige Zellgewebsplatte entsteht, deren Basis die Grenze des Blattes und des Stammes bezeichnet, und über den halben Umfang des Stammes umfafst, deren freier sehr stumpfer Winkel die zuerst hervorgebildete Spitze der Knospe in der Achsel des Blattstieles ist. Dieselbe Ursache die es bewirkt, dafs die Entfaltung des Blattgewebes derjenigen des nächst angrenzenden Stammtheiles etwas vorauseilt giebt wahrscheinlich die Veranlassung, dafs auch die das Blatt berührende Knospe sich früher in die Richtung ausdehnt, die das Blatt angenommen hat bevor das Gewebe des Stammes die wagerechte und die darauf folgende senkrechte Entfaltung beendete: dadurch wird auch die das Blatt begren-

zende Knospe mit diesem gleichzeitig etwas vom Stamme entfernt, sie scheint dann fast aus dem Blattgewebe hervorgewachsen zu sein. Versucht man das junge Blatt vom Stamme abzulösen so trennt sich beim Zurückbiegen desselben auch die Anlage zur Knospe von jenem. Mit dem vorschreitenden senkrechten Wachsthume des Stammes indessen, dehnt sich auch das Gewebe des Blattstiel- und Knospen-Grundes in dieser Richtung aus, wodurch dann jede der beiden, an der Stammoberfläche aus dieser hervorgewachsen zu sein scheinen. Das abfallende Blatt hinterläfst die sich dann regelmäfsig zur Blüthe entwickelnde Knospe unversehrt an dem nächst oberen Stammtheile, wenn nicht dieselbe schon bald nach der Entfaltung des Blattes in deren Achsel sich ausbildet wie es auch bei *Desmoncus, Mauritia, Corypha, Cocos, Astrocaryum*, mehreren Arten von *Geonomen* und *Bactris* u.a.m. vorkommt. Der Theil der Knospe den wir bisher als ein fast stengelumfassendes Organ sich entwickeln sahen, bildet sich nun, entsprechend der früheren oder späteren Entfaltung der Knospe, zu dem ersten Blatte derselben um. Wolff's Theorie entsprechend, nimmt es die, dem Stammblatte gegenüberliegende Seite der Knospe ein: ihm folgen rechts und links dann, die sich später von dem in der Achsel dieses ersten Blattes befindlichen Knospenkerne erhebenden Blätter. Alle diese Blätter, der bei fast allen Palmen sich zur Blüthe ausbildenden Knospe, überschreiten nicht die ersten unvollkommensten Entwickelungszustände des Blattes, sie bleiben stets ohne Blattfläche. Die eigenthümliche Umbildung des Randgewebes, und die, durch das Abwerfen desselben bewirkte Öffnung der Fasern, für den unmittelbaren Zutritt der Atmosphäre, findet nicht statt: die die Axe dieser Knospe (die Spindel) durchziehenden Holzbündel sind von beträchtlichem Bastgewebe umgeben und durch geringes Parenchym von einander getrennt. Ein anderes Verhältnifs in der Bildung der Gewebe findet hier statt, wie in dem mit vollkommeneren Blättern bedeckten Stamme, vielleicht weil der, aus dem Stamme zugeführte Saft nicht auf die Weise verändert werden konnte, wie es bei der erleichterten Berührung der atmosphärischen Gase, mit dem Stammgewebe, der Fall ist. Es ist ähnlich wie in dem, weniger vollkommene Blätter tragenden, Grunde des Stammes, wo gleichfalls bei vorwiegender Anzahl von Holzbündeln, diese von einer stärkeren Bastschicht umgeben sind. Auch an der Entwickelung des Blattgewebes macht sich dieser Einflufs der Atmosphäre bemerklich; bei der *Chamaedorea* z.B. wo vier Blattscheiden, den zur Blüthe sich entwickelnden

Knospenkern einhüllen, ist die unterste und oberste, der enganeinanderliegenden, in der gröfsten Ausdehnung mit der Atmosphäre in Berührung: dem entsprechend, ist auch das Wachsthum der Gewebe, sowohl die Entfaltung wie die Verholzung, in dieser ältesten und jüngsten Scheide, dem der beiden mittleren, von ihnen eingeschlossenen, bedeutend voraus. Das Holz- und Bast-Gewebe jener war verholzt, das Chlorophyll enthaltende Parenchym, schien vollkommen ausgebildet, während es in diesen noch keinen Farbestoff enthielt und die Verholzung der Faserbündel noch nicht eingetreten war.

Über den Ort des ersten Erscheinens der Holzbündel der Knospe und deren spätere Entwickelung sind ebenso, wie über das Wachsthum der Holzbündel der Blätter die entgegengesetzten Ansichten vertheidigt. Bei der Betrachtung dieses letzteren Gegenstandes kamen wir zu dem Schlusse, dafs sie von ihrem unteren, im Holzcylinder liegenden Ende, mit der fortschreitenden Sonderung des Cambiums in die verschiedenen Gewebe, sich in die oberen Stammtheile und Blätter hineinverlängern. Die Anlage der Knospe erscheint schon lange, vor der Sonderung von Parenchym aus dem cambialen Blattgewebe, doch tritt in ihr stets diese Umänderung erst dann ein, wenn sie in dem angrenzenden Blatttheile beendet ist: und zwar beginnt dieselbe dann, in dem der Mittellinie des Blattes zunächst befindlichen Theile, der später die eigentliche Axe der Knospe giebt, daher zugleich oberhalb des ältesten, umfangreichsten, den ganzen Blattstiel durchziehenden Bündels: indem die Holzbündelanlagen der Knospe zum Theil an dieses, und die benachbarten Bündel der innersten Reihe sich anlegen, theils auch bis an die entfernteren, des zweiten und dritten unteren Halbkreises von Holzbündeln des Blattstielgrundes sich verfolgen lassen. Eine Verlängerung von hier aus, in die inneren oder unteren Theile des Stammes, findet zu dieser Zeit nicht statt, wohl aber eine mit der fortschreitenden Blattbildung der Knospe, gleichzeitig verbundene Hervorbildung der Holzbündelverlängerungen nach oben, ebenso wie es bei der Gipfelknospe des Stammes stattfindet. Auch später nach der Entfaltung der Organe der Blüthenknospe, ist eine Vermehrung oder Verdickung der Holzbündel des Stammes, durch diejenigen der Knospe nicht zu bemerken.

Zuweilen tritt auch an dem erwachsenen Palmenstamme, der sonst nur Blüthenknospen hervorbringt, der Fall ein, dafs Blattknospen statt jener sich entwickeln, dafs also der regelmäfsig einfache Stamm ästig wird. Ich hatte

einigemal Gelegenheit dies an der *Geonoma undata* Kl. zu sehen, wo in einem Falle, statt der einfachen Gipfelknospe, 13 aus den jüngsten Blattwinkeln hervorsprossende, mit kleinen Blättern, wie sie sich an der Saamenpflanze finden, versehene Knospen sich entwickelt hatten. In einem ähnlichen Falle schien auch die Anzahl der im Stamme enthaltenen Holzbündel sich vermehrt zu haben, doch sind meine Untersuchungen in dieser Beziehung zu lückenhaft, als dafs ich etwas Genaueres mittheilen könnte, ich glaube nur, dafs die vermehrte Anzahl von Holzbündeln dadurch hervorgebracht wird, dafs von dem noch cambialen Holzcylinder des Stammes, in die verschiedenen Äste Holzbündel sich trennen. Leider stand mir nicht hinreichender Stoff zu Gebote um diese Frage erledigen zu können, es wird dies wohl dem Beobachter verbleiben, der Gelegenheit hat, den regelmäfsig sich verästelnden Stamm der *Hyphaene* zu untersuchen. —

Eine andere Art von Knospenbildung findet sich bei den meisten Palmen in dem Stammgrunde. Waren die bis jetzt betrachteten Knospen, der höheren Stammtheile regelmäfsig Blüthenknospen, so sind diese gesetzmäfsig Blattknospen: mir ist wenigstens kein Fall bekannt geworden, dafs sich dieselben jemals in Blüthenknospen veränderten. Durch diese, meistens aus dem unterirdischen Stammtheile sich hervorbildenden Knospen, erhält dieser auch bei den Palmen die Form des Wurzelstockes, eines freilich bisher nicht genau zu beschreibenden Pflanzentheiles, von dem man indessen in der Regel forderte, dafs er wurzelähnlich unter der Erde, am liebsten wagerecht, fortwachsen sollte.

Diejenigen Palmen, bei denen diese Knospenbildung gesetzmäfsig (*Bactris Piritu* z. B.) oder regelmäfsig, wie bei den meisten Arten, entweder nach Verletzung des Mutterstammes und Unterdrückung seines Wachsthumes oder ohne eine solche äufsere Veranlassung, eintritt bilden dann Gruppen die sich von dem Mutterstamme aus immer mehr ausbreiten.

Die ersten Andeutungen zu diesen Knospen finden sich in dem Holzcylinder in ähnlicher Weise wie es beim Entstehen der Stammwurzeln stattfindet und oben beschrieben wurde. Es erneuet sich in dem Gewebe desselben eine Zellenbildung, wodurch eine kegelförmige Cambium-Gruppe hervorgebracht wird, deren Spitze nach der Stammoberfläche gewendet im Rindengewebe liegt, während die Grundfläche sich in dem Holzcylinder befindet. Nur in dieser ersten Anlage sind sich die Blattknospe und Wurzel

ähnlich und dann nicht zu unterscheiden; sobald jedoch die Umbildung des Cambiums und die Sonderung in Parenchym und Holzgewebe beginnt treten Unterschiede hervor die eine Verwechselung nicht zulassen. Während sich für die Wurzelbildung an der Spitze des Cambiumkegels eine Zellenschicht als Wurzelmütze absonderte unter der die Zellenvermehrung fortdauerte, so erheben sich hier unterhalb der Kegelspitze, deren zellenbildende Thätigkeit nicht unterbrochen wird, im Umkreise derselben, Zellgewebewülste als Anfänge von blattartigen Organen, ganz in der Weise wie wir es bei der Betrachtung der Gipfelknospe des Stammes sahen. Gleichzeitig mit der Erhebung solcher wulstigen Ringe über die Oberfläche des Zellenkegels sondert sich auch hier nach dem Mittelpunkte hin das Cambium in Parenchym mit dazwischen liegenden Cambium-Bündeln. Dieser Vorgang beginnt in der Grundfläche der Knospenanlage, so dafs das neugebildete Parenchym eine Verlängerung des Markgewebes des Stammes bildet und die cambialen Holzbündel in dem Holzcylinder des Stammes und dem sich von diesem in die Knospen hinein verlängernden Holzcylinder liegen.

Hiedurch ist der Anfang eines neuen Organismus gemacht, der den Bau und die Wachsthumsweise des mütterlichen in allen seinen Theilen nachahmt. Es befindet sich die Knospe innerhalb der Rinde der Mutterpflanze, die während der Vergröfserung derselben durchwachsen wird, indem ihr Gewebe vor der Knospe, ähnlich wie bei dem Durchwachsen der Wurzel, sich auflöst.

Dafs diese Knospen in Folge der Anregung einer so lange im Wachsthume unterdrückten, jedoch schon mit dem Erscheinen des Blattes gleichzeitig gebildeten Anlage zur Entwickelung komme, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu verneinen; es war mir jedoch nicht möglich mich zu überzeugen, dafs sie eine bestimmte Stellung in Rücksicht auf das früher mit diesem Stammtheile verbundene Blatt einnähmen, sie schienen aus jedem Theile des Holzcylinders ebenso wie die Wurzeln sich hervorbilden zu können.

Da die Verästelung aller übrigen Monocotylen-Wurzelstöcke auf die Bildung solcher Knospen beruht halte ich es für richtig, sie zum Unterschiede von jenen zuerst beschriebenen Stammknospen Wurzelstockknospen zu nennen. —

## Vergleichung des Baues der Palmen mit dem der übrigen Monocotylen.

Beginnen wir diese Betrachtung mit der Untersuchung der verschiedenen Gewebe die den Stamm zusammensetzen, so ist der natürlichste Ausgangspunkt diejenige Schicht, die sich überall an dem sich entwickelnden Stamme als die durch ihre Wirksamkeit bedeutungsvollste für den Organismus zu erkennen giebt, indem sie sowohl zur Bildung des Mark- und Rinden-Gewebes, die sie von einander abgrenzt, beiträgt: als auch der Entstehung von Fasern durch Vereinigung bestimmter Zellenreihen zur Grundlage dient. Da diese Schicht — in der bei den Palmen immer die ersten Anfänge, die untersten Enden, der Spiralfasern liegen, die sich in das gleichzeitig an der äufseren Oberfläche entstehende Blatt fortsetzen — häufig einem Holzgewebe als Anfangspunkt dient das sich aus den sie umgebenden Cambium-Zellen bildet, einen mehr oder weniger geschlossenen Cylindermantel herstellend, der mit dem Umfange des Stammes und der Thätigkeit der übrigen Gewebe desselben in engster Beziehung steht: so bezeichnete ich dieselbe bei der Beschreibung des Palmenstammes als Holzcylinder. Im cambialen Zustande findet sich dieser Holzcylinder in allen Stämmen und ist angedeutet durch seine Stellung zu den übrigen Geweben und durch die als erste Umbildungsform in ihm erscheinenden engen, abrollbaren Spiralfasern: ob sich derselbe auch in dem entfalteten Stamme durch eigenthümliche Entwickelungsformen zu erkennen giebt, hängt von der Lebensthätigkeit der Art und zum Theil auch des Einzelwesens ab.

Bei den Palmen ist es Regel, dafs der Rest des cambialen Holzcylinders, nachdem die Holzbündel daraus hervorgingen zur Parenchymbildung beiträgt es entsteht ein Gewebe das den Übergang der Säfte des Markes zur Rinde, und umgekehrt, erleichtert, von diesen in der Form seiner Zellen wenig abweichend, den sogenannten Markstrahlen des ausgebildeten Holzcylinders zu vergleichen. Ähnlich verhält sich diese Schicht in den Stämmen der Pandaneen, Aroideen, Orchideen, Gräser, und in einzelnen Arten oder bestimmten Stammtheilen anderer Familien. —

Sehr häufig tritt auch der Fall ein, dafs eine Schicht von einer oder von wenigen Zellen nicht in diese Parenchymbildung eingeht sondern in ihrer

Lebensthätigkeit als zellenbildende Holz-oder Bast-Zelle gehemmt, die individuellen Veränderungen und Umformungen dieser Gewebe erfährt. Man findet dann an der Stelle des cambialen Cylinders in dem völlig entfalteten Stamme die Anfänge der Holzbündel, durch diese verholzte Zellenschicht, in die sie eingebettet sind oder der sie zur Seite liegen, zu einem zusammenhängenden Holzcylinder vereiniget, der das Mark und die Rinde vollkommen trennt und nur dort, wo er von den in ein Blatt übergehenden Holzbündeln durchbrochen wird eine unmittelbare Berührung dieser beiden Gewebe zuläfst. Von der Lagerung der unteren Enden der Holzbündel hängt es ab, welche Form die Zellen dieses Holzcylinders annehmen. In den Wurzelstöcken der *Scitamineen*, der *Dioscorea*, in dem Stamme vieler *Bromeliaceen* ([1]) den unterirdischen Stammtheilen der Aroideen und der meisten übrigen Monocotylen liegen jene Anfänge wagerecht in dem noch cambialen Gewebe und sind durch später entstandene, zahlreiche, unregelmäfsig verlaufende Bündel zu einem bunten Geflechte verbunden, in dessen Maschen die Zellen der verholzten Schicht des Cambiumcylinders eine vieleckige Gestalt angenommen haben. Auf der Taf. IV. Fig. 3 und 4 habe ich dies Gewebe aus dem knolligen Stamme der *Colocasia esculenta* Schott. gezeichnet; es besteht hier aus zwei punktirt-verdickten Zellenschichten, die sowohl an der Rinden- wie Mark-Seite von einer nicht verholzten Cambiumschicht zunächst umgeben sind. Auf der Taf. V. zeichnete ich das sehr ähnliche Verhältnifs, aus dem Wurzelstocke der *Maranta bicolor* Arrab. wo die äusserste, zunächst die Rinde begrenzende Schicht des Cambiumcylinders verholzte, die nicht so vielfach durch die Holzbündel unterbrochen wird. Die Zellen besitzen hier eine regelmäfsigere, rechtwinklige Form, sie nähern sich schon derjenigen, die in den Holzcylindern die gewöhnliche ist, in denen die Holzbündelanfänge senkrecht nebeneinander liegen. Es sind dies fast alle oberirdischen Stamm-

---

([1]) Die Stämme vieler Arten dieser Familie, deren stengelumfassende Blattscheiden fast beständig mit Wasser gefüllt sind, das mit fremdartigen, durch den Wind herzugeführten, Theilen gemischt ist, scheinen nach Art der Wurzelstöcke ernährt zu werden und haben vielleicht diesem Umstande die Ähnlichkeit ihres Baues mit diesen Stammtheilen zu verdanken. In den Blattwinkeln einer *Ananassa* fand ich die, an dem Grunde des nächst oberen Blattes aus dem Stamme hervorgebildeten Wurzeln mehreremal denselben umkreisend: so bedeutend hatten sie sich verlängert, indem sie die Nahrung aufnahmen, die ihnen hier geboten wurde. —

theile in denen nicht, wie bei den Palmen, Aroideen, Pandaneen etc., der zwischen den Holzbündeln befindliche Rest des Cambiumcylinders vollständig zur Parenchymbildung verwendet wird. Die Anfänge und häufig auch die oberen Enden der Holzbündel, bevor sie in die Blätter eintreten, liegen in diesen Fällen in einer Schicht langgestreckten, verholzten Prosenchymgewebes mit diesem zu einem vollständig geschlossenen Cylindermantel vereinigt.

In den Blüthenstielen, sowohl den meistens gipfelständigen der Wurzelstöcke, wie den meistens blattachselständigen der Zwiebeln findet sich anfangs nie die Andeutung eines geschlossenen Holzcylinders: alle in diesem Organe zuerst auftretenden und sich bis in die Blumen verlängernden Holzbündel nehmen ihren Anfang von dem Holzcylinder des Wurzelstockes oder des Mutterstammes. Erst nach der völligen Entwickelung der Gewebe findet an der Grenze des Markes und der Rinde, die hier nebeneinanderstehenden Holzbündel zu einem geschlossenen Cylindermantel verbindend, eine Cambiumbildung statt, die zuweilen zu einer bedeutenden Gewebevermehrung und Bastbildung Veranlassung giebt. Die hohen, baumartigen Blüthenstiele der Scitamineen und Liliaceen erhalten hierdurch während ihres Bestehens oft einen sehr derben, festen Cylinder von Bastbündeln innerhalb des sehr geringen Rindengewebes.

Den früheren Anatomen entging dieses sehr ausgezeichnete Gewebe nicht, nur über die Bedeutung desselben war man nicht einig. Mohl bezeichnete es als verdicktes Zellgewebe, während Link und Kieser es mit dem Bast der Dicotylen verglichen. Sehr leicht überzeugt man sich durch genauere Untersuchungen dieser Zellschicht, dafs dieselbe mit dem parenchymatischen Zellgewebe der Rinde und des Markes durchaus nicht zusammengebracht werden kann; ob es zu dem Bast- oder Holz-Gewebe nach den oben angegebenen Merkmalen zu rechnen sei, mufs die Entwickelungsgeschichte jedes einzelnen Pflanzentheiles in dem es sich befindet nachweisen.

In den, Taf. IV und V gezeichneten Pflanzentheilen, findet sich entweder auf der einen oder auf beiden Seiten des verholzten Cylindermantels eine Schicht cambialen Gewebes, diese ist es von der der erste Anfang zur Bildung von Knospen oder Wurzeln ausgeht, indem in ihr eine beschleunigte Zellenvermehrung an einzelnen Orten beginnt, der später eine Faserbildung für die sich entwickelnden Organe folgt. In anderen Fällen wird eine solche Zellenbildung noch längere Zeit in der ganzen Ausdehnung des Cambium-

cylinders unterhalten und dadurch entweder eine Parenchymvermehrung, wie in dem jungen Stamme der *Furcroya*, in den knollig verdickten Wurzelenden der *Alströmeria*, in den fleischigen Stammtheilen der Dioscoreen und Aroideen etc. hervorgebracht: oder zur Entstehung eines zusammenhängenden Holzcylinders Veranlassung gegeben, indem später die ganze Schicht dieses Cambiums in punktirt-verdickte Prosenchymzellen sich verändert. Dauert nun während der Verholzung der älteren Schichten des Cambiumcylinders die Neubildung von Zellen an der Rindenseite desselben fort, so wird dadurch, ebenso wie bei den Dicotylen, das Rindengewebe durch eine immer dicker werdende Holzschicht von dem Marke entfernt. Bei einer Art der Gattung Crinum fand ich den ganzen, nach Aussen von einer Cambiumschicht umgebenen Holzcylinder aus Spiralzellen bestehend; häufiger geschieht es dagegen, dafs nicht das ganze Cambiumgewebe gleichmäfsig die späteren Entwickelungsstufen durchläuft, sondern es entstehen, gleichlaufend mit den schon vorhandenen Holzbündeln, in der Cambiumschicht neue Bündel, von jenen durch eine geringe Parenchymschicht getrennt, und auch von den später nachfolgenden, mehr nach Aufsen liegenden Bündeln, durch eine solche geschieden. Zwischen je zwei dieser, im Umkreise nebeneinanderstehenden Bündel, setzt sich ferner eine Schicht parenchymatischer Zellen ununterbrochen fort, die gleich den Markstrahlen der Dicotylen die Rinde mit dem Marke verbindet. Diese, aus dem sich fortentwickelnden Cambium gebildeten Bündel, die den festen Holzcylinder des Monocotylenstammes zusammensetzen, besitzen jedoch nicht den Bau der in die Blätter gehenden Faserbündel, es fehlen in ihnen vielmehr die eigentlichen Spiral- und Treppen-Fasern, so wie die weiten Netz- oder Gummi-Fasern gänzlich, sie bestehen nur aus punktirt-verholzten Prosenchym- (Bast?-) Zellen, und den daraus entstandenen Fasern, in deren Mitte ein kleines Bündel von Cambium-Zellen verbleibt. Es findet sich dies Verhältnifs bei der Gattung *Dracaena*, wo Du Petit-Thouars es zuerst genauer untersuchte, bei *Aletris, Cordyline*, nach Moldenhawer bei *Phönix*, nach Meneghini auch bei *Chamaerops* (die ich nicht Gelegenheit hatte zu untersuchen) und vielen anderen, nach Unger's, jedoch sehr übereiltem Ausspruche, bei allen Monocotylen. —

Mohl giebt an, diese später entstandenen Prosenchymbündel seien die unteren Verlängerungen der Faserbündel des Stammes, denen er, wie schon oben beim Palmenstamme erwähnt, ein Abwärtswachsen zuschreibt. Für

diese Annahme spricht zwar der vereinzelte Verlauf beider in dem sie umgebenden Parenchyme, dennoch zweifle ich an einen solchen ununterbrochenen Zusammenhang derselben: nicht allein weil ich denselben nicht auffinden konnte, ich würde dies nicht für genügend halten, die Richtigkeit der Beobachtungen Mohl's in Zweifel zu ziehen: noch indem ich mich auf die Analogie mit den bisher betrachteten Wachsthumserscheinungen des Holzcylinders berufe, wo an ein solches Abwärtswachsen von Holzbündeln zum Theil nicht gedacht werden kann, wenn z.B. wie in den Blüthenstielen auch die oberen Enden der Bastbündel keine Spiral- und Treppen-Fasern besitzen: sondern weil die Verhältnisse in der Anordnung dieser Gewebe selbst gegen eine solche ununterbrochene Verlängerung sprechen. Bei der Untersuchung eines älteren Stammes der *Dracaena congesta* Sweet., fallen sogleich zwei abgesonderte Systeme in die Augen. In dem cylinderischen Markparenchyme stehen einzeln zerstreut, runde Holzbündel die aus einem geschlossenen oder fast geschlossenen Kreise von Spiral- und Treppen-Fasern bestehen in deren Mitte und an deren Umkreise sich wenige Cambiumzellen befinden; Bastgewebe ist kaum vorhanden, hin und wieder finden sich einzelne verdickte Zellen. Dieses Markgewebe mit seinen Holzbündeln, wird von einer Schicht dicht gedrängt stehender, grofser Bastbündel umgeben, die in radiale Reihen gestellt sind, welche durch Cylinderparenchym, das die halbe Länge des Markparenchymes besitzt und nach Art der Markstrahlen die Rinde mit dem Marke verbindet, getrennt werden. Die grofsen Holzbündel des Markes werden nach der Grenze dieser Markstrahlen hin immer dünner, so dafs unmittelbar ihnen zunächst die dünnsten Bündel sich befinden, die fast nur aus punktirt- und treppenartig-verdickten Fasern bestehen: an diese grenzen dann die strahlig-geordneten, dicken Bastbündel, die gleichfalls ein geringes Cambiumbündel einschliefsen. Auf Längenschnitten tritt die Verschiedenheit aller dieser Gewebe noch deutlicher hervor. Die Holzbündel des Markes liegen in grader senkrechter Linie zwischen den langen Cylinderzellen; die Bastbündel der Holzschicht [1] verlaufen dagegen alle wellig hin und her gebogen, so dafs es schwer hält eine einzelne

---

[1] Es scheint ein Widerspruch in den Worten „die Bastbündel der Holzschicht" zu liegen. Ich will jedoch mit Holzschicht hier wie überall, nur den durch Verholzung des Cambiumcylinders entstandenen Holzcylinder bezeichnen, in welchem hier die unteren Enden der Holzbündel der Blätter sich befinden, ohne damit über die Bedeutung des verholzten Gewebes, ob Holz- oder- Bast-Zellen, geurtheilt zu haben. —

Faser auf eine längere Strecke zu verfolgen: sie sind, wie die Zellen die die einzelnen Bündel trennen, punktirt verdickt, ebenso die zunächst angrenzenden Markzellen, das weiter entfernte Markgewebe dagegen besitzt keine verdickten Häute. Hin und wieder sieht man wohl eine Annährung der geschlängelten Bastbündel oder ein Anlegen derselben an die Holzbündel des Stammes, nie kommt jedoch ein Übergang der einen Form in die andere vor. Zuweilen traf ich Stellen wo die dünnen Holzbündel zu enden schienen, hier fingen jedoch nicht neue Bastbündel an, sondern die schon neben jenen liegenden wendeten sich nur etwas seitwärts, unterhalb des Endes derselben weiter verlaufend. Hiernach besteht der Stamm der *Dracaena congesta*, verglichen mit dem Stamme der Palmen, aus einem Systeme von Holzbündeln ähnlich wie es sich in dem Stamme dieser findet, die in dem Holzcylinder beginnen, das Mark des Stammes durchziehen und dann in den Blättern enden: ausserdem aber noch aus einer Schicht von Bastbündeln, die durch die fortgesetzte Thätigkeit des Cambium-Cylinders hervorgerufen, zur Verdickung des Holzcylinders beitragen.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich bei der *Aletris fragrans* L., nur dafs die in die Blätter gehenden Holzbündel des Markes hier etwas anders zusammengesetzt sind. Es befindet sich in ihnen nicht ein Kreis von Treppenfasern, sondern nur ein Bündel oder höchstens ein Halbkreis, an dessen nach der Oberfläche des Stammes gerichteten Seite Cambiumgewebe steht; das ganze Bündel wird im Mark von einer Bastschicht umgeben. Die unteren Enden dieser Bündel die im Umkreise des Markes unter der später entstehenden Schicht von Bastbündeln liegen sind hier gleichfalls viel dünner und zwar, ganz abweichend von dem Baue des Palmenholzbündels, meistens ganz ohne Bast nur aus wenigen Treppen-und Spiral-Fasern und Cambium bestehend. Auch hier ist eine Verlängerung dieser dünnen Holzbündelenden in die sehr bedeutenden Bastbündel der Holzschicht weder wahrscheinlich, noch zu beobachten gewesen.

Etwas abweichend von den auf diese Weise verholzenden Stämmen der *Dracaena*, *Aletris* und *Cordyline australis* Endl. fand ich den gleichfalls sich verdickenden Stamm der *Aloe plicatilis* Mill. (*Rhipidodendron*) gebaut. Herrschte bei jenen Stämmen die Bastbildung vor, so ist hier die Entstehung von Parenchymzellen überwiegend, daher in Folge der fortdauernden Zellenbildung in dem Cambiumcylinder hier nicht ein fester, zusammenhängender

Holzcylinder, sondern ein lockeres Gewebe, von Bastbündeln durchzogen, entsteht. Auf Querschnitten unterscheidet man auch hier sehr leicht die Grenze des Markgewebes, von dem durch die anhaltende Bildungsthätigkeit des Cambiumcylinders später entstandenen Parenchyme des Holzcylinders, durch die strahlige Anordnung und die rechtwinklige Form des Durchschnittes dieser Zellen; auf Längenschnitten findet jedoch dieser Unterschied des Parenchyms nicht statt, alle Zellen besitzen eine ähnliche, länglich ovale oder spindelförmige Gestalt. Mohl hat sich wohl durch den Querschnitt täuschen lassen, wenn er glaubt, dafs die Zellen des Holzcylinders in der Richtung von Innen nach Aussen gestreckt seien, da im Gegentheil ihre Längenaxe immer senkrecht (parallel der Stammlänge) steht. Ferner ist auch der Verlauf der Holzbündel durch die sehr häufigen Verästelungen und Anastomosen, die sowohl die ursprünglichen wie die später nachgebildeten Bündel zeigen, in dieser *Aloe* verschlungener. Man kann jedoch auch hier nicht behaupten, dafs das untere Ende der mit Spiralen versehenen Bündel, in dem Holzcylinder als ein oder mehrere Bastbündel abwärts wachse, ohne zugleich zuzugeben, dafs auch einzelne Theile desselben als Bastbündel sich nach Oben hin abzweigen. Da nun alle diese Bastbündel später aus dem Cambiumcylinder hervorgehen wie jene in die Blätter sich verlängernden Bündel und viele derselben gar nicht mit diesen in unmittelbarer Verbindung stehen: so ist es nur naturgemäfs beide als von einander unabhängig, und jedes in seiner Entwickelung zu betrachten. Verfolgt man ein in dem Marke befindliches Holzbündel bis an sein unteres Ende, so sieht man hier meistens, dafs sich dieses an ein dickes Bastbündel anlegt, welches sich entweder einfach oder ästig nach Unten und Oben verlängert: ebenso legen sich an den oberen Bogen des in das Blatt gehenden Bündels, dort wo es den Cambiumcylinder durchschneidet nicht selten Bastbündel an; diese nun als aufwärts-oder abwärts-wachsende Verlängerungen des ursprünglichen Holzbündels anzusehen halte ich für durchaus unrichtig. —

Noch eine andere Meinung hat Meneghini, in seinem oft erwähnten Werke, über den Verlauf dieser nicht in das Mark eintretenden Bündel, ausgesprochen indem er angiebt, sie endeten wie jene mit Spiralfasern versehenen in den Blättern. Ich vermuthe Menegini hat sich durch die oben bei den Palmen beschriebenen, von dem innersten Theile des Holzcylinders (Markscheide der Dicotylen) entspringenden Bastbündel täuschen lassen, die allerdings in die Blätter gehen, wo Spiral- und Treppen-Fasern in ihnen auftreten,

denn diese Bündel des nachgewachsenen Holzcylinders sind in der beblätterten Knospe noch nicht vorhanden. Bei den baumartigen *Liliaceen*, die ich untersuchte, fehlen übrigens diese von der Markscheide entspringenden Bastbündel gänzlich: die in den ausgewachsenen Blättern befindlichen, deren Oberfläche nahestehenden Bastbündel sind ein Ergebnifs der Entwickelung des Blattgewebes, sie verlängern sich nur bis in die Nähe des Blattgrundes, wo die Verholzung ihrer Häute nachläfst und sie endlich ganz verschwinden, ohne in die Rinde des Stammes einzutreten. —

Diese Verhältnisse bestimmen mich zugleich diese Schicht von verholzten Zellen- und Faser-Bündeln, die nach der Entfaltung aller zum einjährigen Stamme nothwendig gehörenden Gewebe entstehen, der Holzschicht (den sogenannten Jahresringen) der Dicotylen für gleichbedeutend zu halten. Die sie zusammensetzenden Fasern stehen nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit den Fasern der in die Blätter gehenden Holzbündel; sie bedecken nur diese, ebenso wie das Holz der Dicotylen die Markscheide umgiebt. Mit der Ausbildung dieses Holzcylinders scheint die in der Rinde stattfindende Lebensthätigkeit zusammenzuhängen ([1]) die bei denjenigen Gewächsen sich nicht findet, wo die Thätigkeit des Cambium-Cylinders unterdrückt ist.

Es ist nun noch die Frage zn beantworten, ob man diese später entstehende Bündel mit dem Baste der Dicotylen vergleichen kann, wie es frühere Anatomen gethan haben. — Durch das Wachsthum des Cambiums nach Aussen während die inneren Schichten verholzen ist er leicht einzusehen, dafs nicht an die in der Rinde der Dicotylen vorkommenden, dort an der äufseren Seite des Cambiums entstehenden Bastbündel gedacht werden kann; ob aber dies Gewebe in seiner Bedeutung für den Organismus und die übrigen Gewebe, dem Baste oder dem Holze der ursprünglich aus dem Cambiumcylinder entstehenden Fasern gleichwerthig ist, kann nur durch die genaue Kenntnifs der Entwickelungsgeschichte dieses Gewebes so wie durch das Studium der regelmäfsigen oder krankhaften Umbildungen desselben entschieden werden. Beides habe ich bisher nicht unternommen. Wenn ich es in dem Vorhergehenden Bast nannte, so geschah dies aus Rücksicht auf

---

([1]) In den Blüthenstielen, die ihre Nahrung vielleicht sämmtlich aus den Vegetationstheilen erhalten, findet auch dort eine solche Thätigkeit der Rinde nicht statt, wo später ein Cylinder von Bastbündeln an der Grenze ihres Gewebes und Markes entsteht. —

die Ähnlichkeit desselben mit dem die Holzbündel der Blätter umgebenden Baste: hinsichts seiner Stellung zu dem in der Mitte des Bündels befindlichen Cambium ist es mehr den Treppenfasern jener zu vergleichen. —

Was die Zusammensetzung der Holzbündel der übrigen Monocotylen betrifft, so sind fast alle, ähnlich denjenigen der Palmen aus engen Spiralfasern, etwas weiteren punktirten- und Treppen-Fasern aus Netzfasern, Cambium-, Holz- und Bast-Zellen bestehend, doch ist die Ausdehnung dieser einzelnen Gewebe, so wie die Anordnung der verschiedenen zu einem Bündel nicht nur in den Pflanzen verschiedener Familien, sondern selbst in den verschiedenen Theilen einer Pflanze sehr verschieden z. B. in der *Eleocharis, Typha* und *Alstroemeria* findet sich in den Holzbündeln des Wurzelstockes ein ganzer Kreis von Treppenfasern die ein Cambiumbündel einschliefsen, und keinen Bast oder bei *Typha,* an der nach der Mittellinie des Stammes gewendeten Seite, nur eine geringe Bastschicht besitzen. In den oberirdischen, beblätterten Theilen des Stammes finden sich bei der *Alströmeria* und *Typha* mehrere weite Netzfasern mit wenigen Spiral- und Treppen-Fasern, nach der innern Seite von Bast umgeben: bei der *Eleocharis* in der Mitte eines Bastbündels eine Reihe von Treppenfasern, die an jeder Seite mit einer weiten Netzfaser endigt. In den, die Blüthen tragenden Theilen des Stammes endlich, sind nur wenige Spiralfasern, an der der Mitte des Stammes zugewendeten Seite eines geringen Bastbündels. Regel scheint es indessen zu sein, dafs der Bast an der der Rinde zugewendeten Seite des Holzbündels sich befindet, wie es bei den Palmen der Fall ist und die oben angeführten Fälle, wo derselbe, wie bei der *Maranta* Taf. V. fig. 3, die entgegengesetzte Seite einnimmt, sind wohl nur Ausnahmen. Das genaue Studium der räumlichen und zeitlichen Veränderungen dieser Gewebe, verspricht viel für die Kenntnifs ihrer Bedeutung für den Organismus und der Wechselwirkung während der Ernährung derselben mit den übrigen Geweben.

In Betreff des Verlaufes der von dem Holzcylinder sich für die Blätter trennenden Bündel ist es Regel, dafs dieselben bei den übrigen Monocotylen eben so wie es bei den Palmen stattfindet, nach dieser Trennung nicht unmittelbar nach Aussen in das Blatt sich wenden, sondern vorher in einem gröfseren oder kleineren Bogen das Mark durchkreuzen. Die Gröfse und Lage dieses, von den Holzbündeln beschriebenen Bogens ist ebenso wie dort je nach der Entfernung des Anfangs- und Ausgangs-Punktes derseben am

Umkreise des Holzcylinders und von dem Wendepunkte im Marke verschieden, bald nur senkrecht bald schief aufsteigend; die Gröfse der wagerechten Krümmung des Letzteren beträgt nicht selten über 90°. — Es ist dies Durchkreuzen des Markes ein wichtiger, gewifs im innigsten Zusammenhange mit den eigenthümlichen Ernährungsverhältnissen einer jeden dieser beiden Pflanzengruppen stehender Unterschied; jedoch ebensowenig wie alle übrigen, zur Trennung derselben benutzten Merkmale durchgreifend, da es eine gröfsere Anzahl von Monocotylen giebt deren Holzbündel scheinbar ähnlich denjenigen der Dicotylen, ohne sich von dem Holzcylinder nach der Mittellinie des Stammes zu trennen, sogleich nach der Oberfläche desselben sich wenden, z.B. die dünnen Stämme von *Smilax, Dioscorea,* und denjenigen denen man ein centrales Holzbündel zuschreibt, wie den Najaden der *Tillandsia* u.a.m. Es verhält sich jedoch mit diesem centralen Holzbündel ebenso wie mit dem Holzgewebe der Palmenwurzeln, es ist nicht ein wirklich einfaches Bündel, sondern ein Cylinder von mehreren, zu verschiedenen Blättern gehenden Holzbündeln, in dessen Mittellinie sich, bei dem geringen Umfange des Stammes, kein parenchymatisches Mark bildete. Zuweilen trennen sich auch in diesen Pflanzen, bei einer Vermehrung des Gewebes des Stammes, die zu einem marklosen Cylinder vereinigten Bündel wie z.B. in den Blüthenzweigen der *Potamogetonen,* wo sich in der Mittellinie, der dann einzeln im Zellgewebe stehenden Bündel, wirkliches Markparenchym bildet.

Auch in dem Falle des regelmäfsigen Verlaufes der Holzbündel durch das Mark ereignet es sich, dafs ein mittlerer Theil des Markes frei von Holzbündeln bleibt, wie ich es bei *Crinum* und *Pancratium* fand und Meneghini es auch bei *Yucca* sah, wo dann durch das nahe Aneinanderrücken der inneren Krümmung, der Schein von zwei, in einander steckenden Cylindern, hervorgebracht wird. Es kommt diese Bildung wohl daher, dafs alle Blätter erst in einer gewissen Entfernung, von der Mittellinie mit dem cambialen Holzcylinder durch Cambiumbündel verbunden werden. Überhaupt ändert die Richtung des Holzbündelverlaufes in ein und derselben Familie, bei den verschiedenen Gattungen z.B. bei den Gräsern von denen einige überall Holzbündel im Marke besitzen, andere nur an den Abgangsstellen der Blätter.

Hingen die bisher betrachteten Verhältnifse von den Bildungsvorgängen des Gewebes in senkrechter Richtung des Stammes ab, bei gleichzeitig fast ununterbrochen vorschreitender Entfaltung: so findet sich noch eine an-

dere Erscheinung in dem Holzbündelverlaufe, die in der, mit jener Bildung zugleich stattfindenden, abwechselnd beschleunigten Entfaltung dieses Gewebes, in den verschiedenen wagerechten Schichten begründet ist. ([1])

Durchschneidet man die Gipfelknospe einer im kräftigen Wuchse bebegriffenen *Tradescantia* und bringt einen Längenschnitt unter das Mikroskop, so findet man in den jüngsten Theilen des Stammes das Gewebe in wagerechte, abwechselnd dunklere und hellere Schichten gesondert. In den höchsten Enden der kegelförmigen Stammspitze, sind beide Schichten fast von gleicher Dicke, je weiter abwärts desto länger wird die hellere. Die dunklere Färbung wird durch Luft hervorgebracht, die die Zwischenräume der hier scheinbar gröfseren Zellen ausfüllt, es entspricht diese Schicht der Oberfläche einer, sich vom Stamme trennenden Blattanlage. Die darunter liegende hellere Schicht, die sich nach Aussen in das Gewebe des jungen Blattes fortsetzt, besteht augenscheinlich aus weniger entfaltetem, noch in der Zellenbildung begriffenem Gewebe, die gröfseren Zellen sind mit kleineren (Zellkernen und Kernkörperchen) angefüllt, und sowohl die Zellen selbst, wie die Zwischenräume mit Flüssigkeit durchtränkt; es befindet sich in dem Zustande des Cambiums. Die später eintretende Entfaltung dieses Gewebes beginnt in jedem dieser Glieder, von der zuerst entfalteten dunkleren Schicht nach der Stammspitze hin vorschreitend, wodurch zugleich der Anheftungspunkt des stengelumfassenden Blattes, da der Grund desselben gleichfalls in dieses Längenwachsthum eingeht, immer weiter hinaufgerückt zu werden scheint, bis endlich an dem völlig entfalteten Stamme, das Blatt an dem Theile desselben angeheftet ist, der zuerst als dunkle Schicht mit seiner oberen Fläche in einer Höhe lag.

Verfolgt man nun die in dieser Gipfelknospe zuerst sichtbaren Spiralfasern von ihrem unteren Ende das in dem Cambiumcylinder liegt, der das

---

([1]) Bei der *Hydrocleis* und *Limnocharis* eilen alle Wachsthumserscheinungen in den beblätterten Knoten des Stammes, so sehr denjenigen der blattlosen Zwischenknoten voraus, dafs in jenen schon längst die Holzfasern vorhanden sind, wenn diese noch aus Cambium bestehen, in dem man noch keine Spiralfasern findet. Das Erscheinen dieser, tritt dann, gleichzeitig mit der Sonderung der übrigen Gewebe, sowohl von dem unteren wie oberen Knoten in den Zwischenknoten ein, indem sie sich dann mit Luft füllen. Über ihre erste Bildung ist auch hier weiter nichts zu erkennen, als dafs sie aus Zellenreihen entstehen, die in den Knoten zum Theil immer Spiralzellen bleiben ohne sich zu Fasern zu vereinigen.

Mark von der Rinde sondert, in ihrem bogenförmigen Verlaufe durch das Mark zu der höher am Stamme stehenden Blattanlage, so sieht man wie dieselben in den dunkleren Zellenschichten plötzlich von dem aufsteigenden Bogen abgelenkt, eine mehr wagerechte Richtung annehmen: in ihrer unteren Hälfte bis zur Mittellinie des Stammes werden sie dadurch jedesmal der Mitte zugelenkt, in der oberen Hälfte abgelenkt, bis sie das Stengelglied erreichen von dem das Blatt für welches sie bestimmt sind, eine seitliche Ausbreitung zu sein scheint. Hier laufen dann diejenigen die in dem Grunde dieses Stengelgliedes den Cambiumcylinder erreichten, von dem sie weiter unten ausgingen, an der äufseren Seite desselben (wie es in der Knospe scheint, in dem Blattgrunde, der später an dem ausgewachsenen Stamme sich als Rinde darstellt,) während diejenigen die etwas weiter nach Innen sich befinden erst an der oberen Grenze dieses Stengelgliedes ihre letzte seitliche Biegung machen, und sogleich in das hier auch später noch angeheftete Blatt eintreten. Diese letzteren mehr aus dem Marke des Stammes kommenden Holzbündel, sind mit den grofsen zuerst auftretenden Bündeln des Palmenblattes zu vergleichen, sie scheinen auch hier ebenso wie bei den Palmen früher mit Spiralfasern versehen zu werden wie die der Oberfläche des Stammes (der unteren Blattfläche) näheren.

Die Holzbündel der hier später in der Blattachsel sich entwickelnden Knospe legen sich dann, sowohl an jene senkrecht in das Blatt eintretenden Bündel, wie an diese wagerecht aus dem Stamme kommenden: hier dann mit den übrigen für dies Blatt und für andere noch jüngere Blätter bestimmten, vielfach sich verflechtend und zur Knotenbildung beitragend.

Dies ist nun die auf den ersten Blick so gänzlich von der bei den Palmen beschriebenen abweichende Vertheilung der Holzbündel des Monocotylenstammes, die Knotenbildung im engeren Sinne, deren erster Grund in der eigenthümlichen Entfaltungsweise des Stammgewebes, und die dadurch hervorgebrachte wagerechte Ablenkung der Holzbündel von ihrem aufsteigenden Verlaufe, liegt: welche überdies noch befördert wird durch eine stärkere Verholzung der Zellen dieser Schichte und Bildung von Poren-und Spiral-Zellen, die die verschiedenen nebeneinanderliegenden Bündel vereinigen, so dafs man an dem ausgebildeten Stamme in Folge dieser Anastomosen schwierig noch den Verlauf der in die Blätter gehenden Holzbündel erkennt, besonders wenn nach der Entfaltung der Knospen dieses Netz noch

dichter verschlungen wurde. Hiedurch entsteht die sogenannte Verästelung der Holzbündel.

So verschieden nun auch die Entwickelungsweisen und die dadurch hervorgerufenen anatomischen Verhältnisse dieser beiden Stammformen sind, so liefern sie doch für die Erkennung der Verwandtschaft der Gewächse kein Merkmal, da bei sehr nahe stehenden Pflanzen sich beide Formen finden, ja selbst nicht selten ein Theil des Stammes nach Art der Palmen gebaut ist, während eine Verlängerung desselben den grasartig-knotigen Bau besitzt. Hiefür liefert besonders die Familie der Scitamineen Belege, deren unterirdische Stammtheile ununterbrochen gleichförmig sich entwickeln, wogegen die oberen bald periodisch, wie bei *Costus, (Caña amarga)* bald gleichförmig wie bei *Musa, Heliconia, Canna etc.* auswachsen. —

Was die Blattbildung der übrigen Monocotylen betrifft, so ist die erste Anlage derselben wie bei allen stengelumfassenden Blättern ganz ebenso, wie sie bei den Palmen beobachtet wurde. Ein vollständiger Ring umfafst die kegelförmige Gipfelknospe des Stammes, dessen eine, zuerst hervortretende Seite immer etwas in der Entwickelung voraus ist. Von der Dauer des Wachsthumes der einzelnen Theile dieser Blattanlage hängt es ab, ob eine geschlossene oder offene Blattscheide, Nebenblätter in ihrer mannigfachen Form und Stellung (*vagina stip.*), Blattzüngelchen etc. entstehen, so wie natürlich der Umfang des Blattstieles und der Blattfläche selbst daraus hervorgehen. Eine Ansicht wie Schleiden sie (Grdz. II p. 187) über die Entstehung der geschlossenen Scheide ausspricht, dafs sich die frisch entstandenen, noch weichen, fast gallertartigen Zellen der beiden Ränder des Blattgrundes aneinanderlegen und durch ihre Vereinigung eine solche hervorbringen ist durchaus falsch: eine anfangs offene Blattscheide könnte nur dadurch zu einer geschlossenen werden, dafs in ihrem Grunde die Zellenbildung sich über den ganzen Umkreis des Stammes ausdehnte, während anfangs ein Theil desselben ausgeschlossen war, geschieht dies nicht und dauert nur in den benachbarten Rändern der offenen Blattscheide noch einige Zeit die Zellen-Bildung und -Ausdehnung fort, so decken sich die, sich übereinanderlegenden Ränder; jedoch ohne zusammen zu kleben, denn die Zellen der Oberhaut sind weder „frisch entstanden" noch „fast gallertartig".

Das bei den Palmen ausführlich beschriebene Verhalten der Holzbündel in den Blättern findet sich auch bei allen übrigen Monocotylen, indem

nur die Vertheilung derselben in der Blattfläche mit der veränderten Form dieser sich ändert; in allen erscheint bald nach der Sonderung der cambialen Bündel eine enge abrollbare Spiralfaser als Grundlage des Holzbündels, das sich aus dem Holzcylinder des Stammes (durch das Mark desselben) bis in die Spitze des Blattstieles oder einer Blattrippe verlängert, so daſs die unteren Enden aller dieser Bündel sich in dem Stamme befinden und das Gewebe desselben in den Fällen wo ihr oberes Ende mit dem Blattrande abgeworfen wird, ebenso wie bei den Palmen, der Atmosphäre zugängig macht. Doch tritt dies keinesweges bei allen Monocotylen ein, die Zwiebeln und überhaupt diejenigen Stämme deren Glieder verkürzt sind zeigen nicht diese Einrichtung, bei ihnen bleiben die Spiralen und die übrigen Fasern der Holzbündel beständig innerhalb der Blattsubstanz eingeschlossen in der sie endigen, ebenso wie es in den Blüthen- und Blumen-Theilen der Pflanzen der Fall ist. — Indessen ist meine Untersuchung dieses Gegenstandes noch nicht beendet und ich will keinesweges schon jetzt es bestimmt aussprechen, daſs die Verlängerung der Stammtheile der Monocotylen von diesem Verhalten der Holzbündel abhängt, worauf die Wachsthumserscheinungen des Palmenstammes allerdings hinzudeuten scheinen; überhaupt wird wohl die Entwickelung der Blüthentheile mehr durch die Zustände der Mutterpflanze, wie durch ihr Verhältniſs zur Atmosphäre bedingt.

Eine sehr auffallende Bestätigung des durch die Beobachtung der Palmen gewonnenen Ergebnisses liefert uns die Familie der Aroideen. Untersucht man die Blattspitzen einer *Calla*, *Colocasia*, *Caladium*, kurz einer Aroidee mit kurzen Stengelgliedern, so findet man dieselben ganzrandig und wenn nicht durch äuſsere Entwickelungen verändert, unversehrt. Taf. IV Fig. 5 stellt den Längenschnitt einer jungen Blattspitze der *Colocasia esculenta* vor, die noch in dem Grunde des nächst älteren Blattes eingeschlossen war. Das Gewebe dieser Spitze ist von dem der Blattfläche nicht wesentlich verschieden, es enthielt zu dieser Zeit noch in allen Zellen Stärke, selbst in der Oberhaut die überdies an der ganzen Oberfläche Spaltöffnungen besaſs. In der Mitte des Parenchymes befindet sich ein Holz-Bündel, das der Blatt-Spitze nahe endigt. — Vergleicht man nun hiermit die Spitze des Blattes eines *Anthurium*, eines *Philodendron* oder einer andern kletternden *Aroidee*, so findet man an den entfalteten Blättern immer die äuſserste Spitze abgebrochen: untersucht man die jüngsten, noch in der Knospe eingeschlossenen Blattan-

lagen, so bemerkt man schon im Äufseren eine Verschiedenheit der Spitze von der Fläche; die sehr lange, dünne, fadenförmige Spitze ist weisgefärbt und bricht bei der leisesten Berührung von dem grüngefärbten, biegsamen Blattgewebe: die weifsgefärbte Spitze ist an etwas älteren Blattanlagen immer beträchtlich dünner wie das Ende des grünen Theiles dem sie aufsitzt. Auf der fünften Tafel habe ich (Fig. 5) das untere Ende der weifsgefärbten Spitze in Verbindung mit dem grünen Ende des Blattes gezeichnet, die Grenze beider giebt sich durch eine plötzliche Verengerung (e) zu erkennen. Fig. 6 stellt den Längenschnitt dieses Theiles (e) vor. Die Mitte des Chlorophyll enthaltenden Gewebes des unteren Abschnittes wird von einem Holzbündel durchzogen, dessen Spiral-und Treppen-Fasern sich wenig in die leicht zerbrechliche Spitze hineinverlängern. Die Epidermis des Blattgewebes besafs zu dieser Zeit schon Spaltöffnungen, deren Zellen Stärke enthielten, wogegen die Epidermis des weifsen, fadenartigen Endes gänzlich ohne Spaltöffnungen war, und die Zellen seines Gewebes in der Entfaltung zurückblieben, während die Bildung neuer Zellen noch fortbesteht, in denen sich Bläschen zeigen, die sich mit einem fettartigen Stoffe füllen, der durch Jod braun gefärbt wird. Diese abweichend gebaute Spitze bricht nun während der Entfaltung des Blattes regelmäfsig ab, so dafs das Faserbündel dem Zutritte der Luft unmittelbar geöffnet ist.

Die Abhängigkeit dieser verschiedenen Entwickelungsweisen der Spitze des Blattes von der Art seiner Ernährung, die Begründung derselben in dem Baue der Organismen sind uns bis jetzt verborgen; wir überzeugen uns aber durch die Gesetzmäfsigkeit dieser Verhältnisse in ihrem Vorkommen bei bestimmten Pflanzenformen, dafs sie nicht etwa unregelmäfsige, krankhafte Bildungen sind, sondern dafs sie, eng verbunden mit dem Vorbilde der Art, welches der sich entwickelnde Organismus nachzuformen erstrebt, mit dem eigenthümlichen Baue desselben nothwendig ein unzertrennliches Ganze bilden. Durch die Art der Entwickelung des Palmenblattes wird ein ähnliches Ergebnifs auf eine andere, von der Form und Ernährung desselben vielleicht abhängige, gleichfalls einfache Weise hervorgerufen: dort glaubten wir schon einen Einflufs dieser Verhältnisse auf die Entfaltung des Gewebes zu erkennen, der uns durch die verschiedenen Formen in der Familie der Aroideen bestätigt zu sein scheint. Wohl nicht ungegründet erwacht in uns die Hoffnung den Faden gefunden zu haben, der uns zu dem Eingange verborgener Werk-

stätten organischer Gestaltung zu führen vermag, der uns gestatten wird einen Blick in die Gesetze zu werfen, die der Palme es vorschreiben, durch die riesige Blätterkrone den Zug der Wolken zu unterbrechen, während die Lilie ihre Düfte und die Iris den Farbenschmelz ihrer Blumen dem Bewohner der Erde darbringt: den Faden der uns bei vorsichtiger, aufmerksamer Verfolgung des betretenen Pfades vielleicht auch in den andern Gruppen des Gewächsreiches gleichwerthige Verhältnisse kennen lehren wird, welche über die bedeutungsvollsten Bedingungen für die Physiognomie des Pflanzenwuchses Aufschlufs zu geben vermögen. —

In Rücksicht auf das Verhalten der Knospen stehen die Pandaneen, Aroideen, Amaryllideen ein Theil der Orchideen, Liliaceen u. a. m. in so fern den Palmen nahe, als die Gipfelknospe unbegrenzt fortwächst, während die Seitenknospen sich aus den Blattachseln hervorbilden, doch sind diese Seitenknospen nicht so regelmäfsig Blüthenknospen wie bei den Palmen, sondern nach Gesetzen die bisher nicht bekannt sind bald Blüthen- bald Blatt-Knospen([1]). Mit den Scitamineen, Typhaceen, Cyperaceen, Butomeen, einigen Liliaceen und Irideen haben die Palmen das gemein, dafs aus den unterirdischen Stammtheilen sich Blattknospen entwickeln die, in der Weise wie es von den Knospen des Wurzelstockes der Palmen ausführlich beschrieben ist, durch eine Zellenvermehrung in dem cambialen Holzcylinder hervorgerufen werden, in deren Organe sich Holzbündel hinein verlängern, die gleichzeitig an der innern Seite dieses Cylinders entstanden([2]). Allen Amaryllideen so wie den mit einer Zwiebel versehenen Liliaceen und Irideen mangelt diese Art der Knospenbildung gänzlich, es eignen sich daher vielleicht diese Verhältnisse ein ana-

---

([1]) Bei denjenigen Aroideen deren Blätter abwechselnd keine ausgebildete Blattfläche besitzen, entwickelt sich aus der Achsel des vollständigen Blattes eine Blüthenknospe, während das blattflächenlose Organ eine Blattknospe in seiner Achsel birgt, deren Entwickelung oft lange unterdrückt bleibt. An der Blüthenknospe ist noch die Eigenthümlichkeit bemerkenswerth, dafs sie sich innerhalb des Blattgrundes bildet und sich innerhalb seines Scheidentheiles, nicht in der Achsel seiner Nebenblattscheide, entwickelt, die doch urspünglich mit dem Blatte ein zusammenhängendes Ganze, einen ringförmigen Wulst, bildeten.

([2]) Will man aufser dieser eigenthümlichen Entwickelungsweise der Holzbündel noch die Zeit und den Ort der Blattbildung dieser Knospe berücksichtigen, so wird man bei den Wurzelstockknospen denselben Unterschied von Haupt- und Bei-Knospen machen können, wie es bei den Zwiebelknospen geschehen kann.

tomisches Merkmal einer Zwiebel und eines Wurzelstockes als monocotylische Stammformen abzugeben. Freilich würden durch eine solche Begrenzung des Begriffes Wurzelstock, *rhizoma*, manche Formen die man bisher dazu rechnete anders bezeichnet werden müssen: die fleischigen, verdickten Stämme der Aroideen oder die unterirdisch-kriechenden Äste der Gräser z. B., denen die Entstehungsweise einer Zwiebelknospe eigen ist, dürften wohl nur wurzelstockähnliche Stämme zu nennen sein: während auf der andern Seite die knotigen Anschwellungen des Stammes der milchenden Butomeen und die wurzelähnlichen der *Dioscorea* hieher zu rechnen wären [1].

Aufser diesen Wurzelstock-Knospen die bisher vielleicht zum Theil als „Nebenknospen, *gemmae adventitiae*" bekannt waren, kommen auch bei gewissen Monocotylenstämmen z. B. den Aroideen, Liliaceen neben der Hauptknospe der Blattachsel oft jederseits eine Reihe von Beiknospen vor, die sich aus der Kreuzungsstelle des Holzcylinders und der in das Blatt gehenden seitlichen Holzbündel ähnlich hervorbilden wie die Hauptknospe oberhalb des mittleren, gröfsten Holzbündels entsteht.

Was nun die Entwickelung und den Bau der Wurzeln der übrigen Monocotylen betrifft, so ist derselbe im Allgemeinen so einförmig, dafs ich kaum zu dem schon bei den Palmen darüber Mitgetheilten etwas hinzuzufügen habe [2]: in allen findet sich ein Cylinder von Holzbündeln der zuweilen

[1] Bei der *Limnocharis* und *Hydrocleis* zerfällt der Stamm in längere, blattlose Stengelglieder, deren lockeres, eigentlich nur aus Scheidewänden von Luftlücken bestehendes Gewebe von mehreren einzeln stehenden Holzbündeln durchzogen wird und in kurze beblätterte Knoten, von denen Blatt- und Blüthen-Knospen, wie unter Umständen auch Wurzeln ausgehen: hier findet sich ein geschlossener Holzcylinder, von dem sowohl die Bildung der Wurzeln wie die der Knospen beginnt. Bei der *Dioscorea* sah ich die dem Marke zunächst stehenden Holzbündel des oberirdischen Stammes von seinem ganzen Umkreise sich in dem Knoten vereinigen und in die Knospe eintreten, die in der Blattachsel aus dem Holzcylinder sich hervorbildet, oft, ohne Blätter zu erhalten, fleischig wird, abfällt und einen neuen Wurzelstock darstellt. Ebenso entstehen in den alten Wurzelstöcken neben dem Stengel aus dem Holzcylinder neue Knospen, die schon Mohl: „Über den Mittelstock von *Tamus Elephantipes L.* 1836" beobachtete, der auch das von Dutrochet entdeckte Abwärtswachsen des Wurzelstockes von *Tamus* bestätigte das bei *Dioscorea* gleichfalls stattfindet, wo es, nach der wagerecht-schichtigen Ausbildung des Gewebes zu urtheilen, periodisch erfolgt.

[2] Die auf der vierten Tafel Fig. 6. 7. und 8 gegebenen Zeichnungen der Entwickelung der *Colocasia esculenta* Schott, deren Beschreibung ich mit dem bei den Palmen Gesagten zu vergleichen bitte, werden dies bestätigen.

wirkliches Parenchym in den meistens dünnen Wurzeln, jedoch nur Prosenchym an der Stelle des Markes einschliefst. Die Wurzelmütze fehlt keiner echten Wurzel. Die Pfahlwurzel ist von den Stammwurzeln (Luft- oder Neben-Wurzeln) nur morphologisch zu unterscheiden, in der Entwickelung und den anatomischen Verhältnissen sind keine Verschiedenheiten vorhanden. Schleiden der dies (Grundzüge p. 118-122) behauptet, scheint gleichfalls, indem er über die sorglose Nachlässigkeit früherer Beobachter klagt, das Studium der Entwickelungsgeschichte dieser Organe versäumt zu haben. Die Angabe, dafs bei denjenigen Saamen die mit einem Deckelchen versehen sind, so wie bei vielen anderen Monocotylen, das Würzelchen des Keimlinges sich nicht entwickele ist unrichtig, wie wir bei den Palmen sahen, die meistens ein Deckelchen besitzen und was auch schon Kunth in seinem „Lehrbuch der Botanik 1847" p. 103 berichtigt hat. —

Eine Eigenthümlichkeit findet sich bei der *Alstroemeria* (*Bomarea multiflora* Mirb.) zuweilen auch bei der *Zannichellia, Ruppia, Dioscorea* und gewifs noch anderen Monocotylen, in der Entwickelung der Wurzeln, indem hier ein Zeitpunkt eintritt, wo das Gewebe der Mütze nicht mehr erneut wird und sich das Wachsthum der Wurzelspitze in die Länge abschliefst, während dieselbe dadurch knollig verdickt wird, dafs in dem Cambiumcylinder noch längere Zeit die Zellenbildung fortdauert in deren Folge Rinden-und Mark-Parenchym entsteht. Besonders merkwürdig ist es, dafs an dem unteren Ende dieser Knollen, dort wo früher die Wurzelmütze sich befand, bei der *Dioscorea* sich später Knospen bilden die einen beblätterten Stamm entwickeln, während das mit dem Stamme zusammenhängende, obere, dünne Wurzelende abstirbt. Bei der *Alstroemeria* und den übrigen konnte ich Ähnliches nicht finden. —

Überblicken wir nun die den Monocotylen eigenthümlichen Entwickelungsverhältnisse und den daraus hervorgehenden Bau ihrer Organe, so stellen sich uns die Palmen, als das reinste Vorbild des monocotylen Stammbaues dar. Die bedeutende Markbildung, der gänzlich in Holzbündel umgeänderte, in seiner zellenbildenden Thätigkeit gehemmte Cambiumcylinder, die von dem ganzen Umkreise des Holzcylinders sich trennenden Bündel, welche sämmtlich in das Gewebe des stengelumfassenden Blattes eintreten, nachdem sie im Marke mehr oder weniger der Mittellinie sich genähert, die abgeschlossene Entwickelung dieser Holzbündel, das gesetzmäfsige Verkümmern der Pfahl-

wurzel bei einer Bildung von zahlreichen Stammwurzeln: — alles dies findet sich bei der Mehrzahl der Monocotylen wieder, während das fiederschnittige Blatt der Palmen an die vollkommenste Blattform der Dicotylen erinnert. —

Die allgemein jetzt herrschende Ansicht, es entständen die Holzbündel der jüngeren Blätter in dem Stamme der Monocotylen aufserhalb der älteren, ist, wie aus dem Vorhergehenden sich ergiebt, nicht richtig. Die unteren Enden aller Holzbündel der Blätter liegen in einer einfachen Schicht, die in dem cylinderischen Stamme einen Cylindermantel ([1]) bildet, also alle von der Mittellinie gleichweit entfernt: die später entstandene Spiralfaser nicht aufserhalb, sondern neben und oberhalb der älteren. Eine „*vegetatio peripherica*" ein „umsprossendes Wachsthum" findet in dem Sinne wie Unger, Mohl, und andere es annehmen nicht statt: die Monocotylen sind in dieser Bedeutung ebensowenig Endlicher's und Unger's „*Amphibrya*" wie sie Desfontaines's und Decandolle's „*Endogenae*" sind. —

## Vergleichung des Baues der Palmen mit dem der Farne.

Bevor wir eine Vergleichung des Farnstammes mit dem Stamme der Palmen und der übrigen Monocotylen anstellen können, ist es nothwendig, die verschiedenen bisher wenig bekannten anatomischen Verhältnisse des Ersteren, so weit ich dieselben kennen lernte, zu betrachten. Mag auch hier die Entwickelungsgeschichte uns leiten. — Die erste Anlage zu dem Stamme eines sich entwickelnden Farnes, finden wir in dem kugligen, zelligen Körper der sich aus einer Stelle im Innern des flächenartig sich ausbreitenden Gewebes hervorbildet, das durch die Zellenvermehrung der Spore entstand. Von der Oberfläche dieses cambialen Zellenkörperchens erhebt sich nun, wie wir es an dem Keimlinge der Monocotylen sahen, die Anlage eines Blattes, der entspechend, in den mittleren Schichten jenes Cambiums, eine Spiralfaser entsteht, die sich mit der Sonderung der Gewebe, in das sich entwickelnde Blatt fortsetzt. Andere Spiralen der folgenden, an dem Umkreise des Keim-

---

([1]) Ich hoffe es wird überflüssig sein mich vor dem Vorwurfe zu bewahren, dafs ich hier an mathematische Formen denke. Der Organismus schafft nicht nach den Gesetzen des Mechanikers! —

linges entstandenen Blätter, bilden sich neben der ersten, mit dieser einen Cylinder darstellend, der die Grenze von Mark und Rinde andeutet. —

Bei den Monocotylen verharrten besonders zwei gegenüberliegende Punkte des Cambiums, in der Vermehrung desselben und in der Umwandlung, der dem Parenchyme angrenzenden Schichten in die Form dieses Letzteren. In dem einen dieser Enden setzte sich ununterbrochen gleichmäfsig der begonnene Vorgang fort, während in dem anderen periodische Erhebungen des in der Vermehrung begriffenen Cambiums, über die Oberfläche des cylindrischen Zellenkörpers eintraten, die mit den, in der innern Cambiumschicht erscheinenden Spiralfasern in Wechselwirkung zu stehen schienen, indem mit der Absonderung jener Oberflächenausbreitung von dem Stammkörper des Keimlinges auch die Spiralfasern den zur Spitze des Stammes gerichteten Weg verliefsen, mit jener zum Blatte sich umformenden Ausbreitung seitlich fortwachsend und in ihr endend. Diesem ersten Blatte folgte das zweite und dritte und die übrigen in ähnlicher Weise an dem Umkreise jenes Zellenkegels. So wurde diesem blätterbildenden Ende des Stammes das Vermögen gegeben sich beständig zu verlängern, während dem entgegengesetzten Wurzelende eine kürzere Thätigkeit vorgeschrieben, und ihm bestimmt war bald anderen, ihm ähnlich gebildeten, das Geschäft des Sammelns der nahrungsfähigen Stoffe aus der Umgebung, zu überlassen. —

Hier bei den Farnen ist auch diese kurze Frist der Thätigkeit und des Wachsens dem zweiten Ende des dem Keimlinge zu vergleichenden Zellenkegels nicht beschieden: nur die freie, obere Spitze desselben verlängert sich, Blätter bildend und die im Wasser gelösten Nahrungsstoffe durch Wurzeln erhaltend die gleichzeitig mit jedem Blatte, scheinbar von derem Grunde ausgehend, über die Oberfläche des Stammkörpers sich verlängern. Es fehlt also in dieser Pflanzengruppe ganz die, als Verlängerung des oberirdischen Stammes erscheinende Pfahlwurzel.

Die äufsere Form des erwachsenen Farnstammes ist sehr verschieden und bedingt durch die Richtung seines Wachsthumes und die Länge der Abstände seiner Blätter, zum Theil auch durch die Häufigkeit seiner Verzweigung.

Hinsichts der Richtung haben wir den wagerecht unterhalb der Erdoberfläche oder auf derselben fortkriechenden von dem scheitelrecht aufsteigenden Stamme, zu unterscheiden. Bei dem ersteren finden wir am häufig-

P 2

sten die gabelig verzweigten Formen mit langen Zwischenknoten, wie sie den Gattungen *Pteris, Lithobrochia, Cheilanthes, Gleichenia* etc. eigen ist, verbunden mit einem inneren Baue, dessen Einfachheit wohl nur übertroffen wird durch einige Stämme, der äufserlich ähnlich gestalteten doch senkrecht aufsteigenden, anderen Körpern anhaftenden, in der Atmosphäre lebenden Formen die uns die Gattungen *Hymenophyllum, Trichomanes, Polybotrya, Campyloneurum* vorführen. Am häufigsten ist die aufsteigende, auf der Oberfläche des Bodens kriechende, durch die dicht gedrängtstehenden Blätter buschige Form, die Link die strauchartigen Stämme (*caudices frutescentes*) nennt, die die Farne der nördlichen Breiten meistens besitzen, während sie auch in den tropischen Gegenden durch die Häufigkeit der artenreichen Gattungen *Asplenium, Lomaria, Aspidium, Adiantum, Polypodium, Acrostichum, Blechnum, Salpiglaena* etc. am meisten gefunden wird, und nur selten durch eine fleischige Verdickung des Stammes und der unteren Theile der Blattstiele, wie besonders die *Marattia* ihn zeigt, eine knollenartige Form bekommt, die durch die gestreckten Stämme der *Danaea* zu den gewöhnlichen, holzigen zurückkehrt, denen die Übergangsformen des länger fleischig bleibenden *Diplazium celtidifolium* sie verbindet.

Einen gleichen Standort mit diesen saftreichen, knolligen Formen haben die durch den palmenartigen, frei aufwärts strebenden Stamm einen vollkommneren Bau verrathenden, baumartig gestalteten Formen, die, beschränkt auf die immerfeuchten, kühleren Berggipfel der tropischen Zone oder die warmen Küsten des diese begrenzenden, gemäfsigten Himmelsstriches, als vereinzelte Nachkömmlinge eines üppigen Pflanzenwuchses vorkommen und unserer Phantasie ein reizendes, anmuthiges Bild von dem Pflanzenleben auf der Oberfläche unseres Erdkörpers vorspiegeln, bevor er den Menschen zu tragen bestimmt war.

Doch besser werden wir ihn verstehen und vielleicht einsehen lernen wefshalb er anderen, von seinem Baue verschiedenen Pflanzen in dem trockneren Luftkreise der jetzt die Oberfläche unseres Planeten umgiebt, weichen mufste, wenn wir uns der Mühe unterziehen, den inneren Bau der mannigfach abweichenden Bildungen des Farnstammes zu untersuchen.

Wir haben schon gesehen, wie sich aus dem gleichförmig cambialen Gewebe des dem Keimlinge zu vergleichenden Körperchens das Rindengewebe hervorbildet. Diese Sonderung geht bei der Keimpflanze der verlangsamten

Entwickelung der Anlage neuer Blätter einige Zeit voraus; in der Gipfelknospe des älteren Stammes indessen, deren gedrängter stehenden Blätter in rascherer Folge sich entwickeln folgt die Sonderung des Rindengewebes, wie wir es auch bei den Monocotylen sahen, der Anlage des Blattes; jedoch der Sonderung der Gewebe dieses vorhergehend, in welche dasselbe ununterbrochen übergeht, wodurch es unmöglich wird, die Grenze von Blatt und Rinde anzugeben.

Zugleich mit dem Erscheinen der kegelförmig sich erhebenden Blattanlage treten im Grunde desselben die ersten, punktirt-verdickten Zellen, die Anfänge der Spiralfasern auf, welche sich bei dem beschleunigten Wachsthume des Blattes in dasselbe als abrollbare Fasern hineinverlängern. Von demselben Ursprungspunkte des ersten Blattes erhebt sich gleichzeitig ein Zellenkegel von dem Körper des Keimlinges in entgegengesetzter Richtung des Blattes sich verlängernd, es ist die erste Wurzel der jungen Pflanze, in die hinein, von demselben Punkte von dem die Spiralfaser des Blattes ausging, sich einige gleichgebaute Spiralen begeben.

Auch der aus der Spore durch innere Zellenvermehrung entstandene blattartige, oft zweilappige Vorkeim besitzt Organe, die zur Ernährung seines Gewebes, die nöthigen Stoffe aus der umgebenden Natur herzuführen. Es unterscheiden sich diese die Wurzelthätigkeit ausübenden Organe von den eigentlichen Wurzeln durch ihren Bau, jene sind gleich den Wurzelhaaren, einfache Verlängerungen der Oberhautzellen, sie vertreten die Stelle der Wurzeln bei dem Vorkeime der Farne und bei den ausgewachsenen Pflanzen der Familie der Laub- und Leber-Moose und der noch einfacher gebauten Gewächse. Jene Wurzel dagegen, die mit dem Erscheinen des ersten Blattes auftritt ist ein aus verschiedenen Geweben ähnlich gebautes Organ wie wir es bei den Palmen kennen lernten. Es besteht dieselbe aus Faserbündeln, die die Anordnung zu einem Holzcylinder, wie ihn die Wurzel der Monocotylen besitzt, erkennen lassen. Diese Holzbündel nehmen ihren Anfang von dem Holzcylinder des Stammes, dessen äufserer Oberfläche sie anliegen. Bei denjenigen Arten, deren Holzcylinder von einem Bastgewebe umgeben ist, verlängert sich dies gleichfalls in die Wurzel den Holzcylinder derselben umkleidend, während das Markgewebe des Stammes sich nicht in die Wurzel fortsetzt. Das Rindenparenchym ist häufig, besonders bei den oberirdischen Stämmen, auf eine Oberhautschicht beschränkt, deren Zellen häufig zu Haaren auswachsen. Die oft fleischigen Wurzeln vieler unterirdischen

Stämme besitzen indessen nicht selten ein vollständiges Rindengewebe, in dem bei den Marattien selbst Gummigefäfse vorkommen, denen gleich, die im Stamme vorhanden sind. Auch die Mütze, dies Erkennungszeichen der eigentlichen Wurzel, ist hier stets vorhanden. Kaulfufs bildete sie schon 1827 „das Wesen der Farrenkräuter Fig. 44" ab. —

In Rücksicht auf Zeit und Ort der Entstehung der Farnwurzel findet gleichfalls Ähnlichkeit mit derjenigen der Monocotylen, indessen doch keine vollkommene Gleichheit statt. Der monocotyle Stamm ist fähig bald nach der Bildung des Blattes, vielleicht mit dessen Entfaltung, an der äufseren Seite des Holzcylinders des dem Blatte nächst unteren Zwischenknotens eine Wurzel hervorzubringen und in sehr vielen Fällen findet wirklich diese rasche Wurzelbildung statt. Bei den Farnen dagegen ist nicht nur dies möglich, sondern es ist selbst Gesetz bei dem Wachsthume des Stammes schon gleichzeitig mit der Anlage des Blattes, vor dessen Entfaltung, eine Anzahl von Wurzelanlagen aus der Oberfläche des Cambium-Cylinders hervorzubilden, während der ihnen benachbarte Theil seiner Zellen sich in das parenchymatische Rindengewebe umformt. Es sind daher diese Wurzelanlagen in ihrem jüngsten Zustande einfache Cambium-Bündel die wagerecht oder hinabgewendet in dem eben abgesonderten Rindenparenchyme sich befinden, nur durch ihre Stellung und durch Vergleichung mit älteren, schon vollständig mit Geweben versehenen Wurzeln als solche zu erkennen, und von Blattknospen zu unterscheiden. Von der Art der Ernährung des Stammes und der durch diese bedingten Weise des Wachsthumes und der Gestaltung hängt es ab, ob das Cambium dieser Wurzelanlagen früher oder später wie die zunächst dann aus der cambialen Stammspitze sich hervorbildenden Blätter in Gewebe sich umformt. Bei dem baumartigen Stamme, wo eine grofse Anzahl dieser Wurzelanlagen unter jedem Blatte sich befinden, wird ihr stärkeres Wachsthum verlangsamt und bis zu dem Eintritte äufserer günstiger Verhältnisse unterdrückt, daher auch die Gewebebildung in ihnen weniger rasch vor sich geht. Es ruhen dann diese Würzelchen in dem Rindengewebe, dessen Oberhaut sie erhoben oder durchbrochen haben, wodurch die Oberfläche des Stammes ein höckeriges, warziges Ansehen bekommt. Bei anderen Stämmen, besonders bei denen mit sehr verkürzten Zwischenknoten, die Link zu den strauchartigen rechnet, (a. a. O.) erhält schon vor den Blättern die Wurzel Spiralen und Holzfasern aus dem cambialen Holzcylinder des Stammes. Unterhalb eines

jeden Blattes entstehen eine bestimmte Anzahl von Wurzeln, indem einzelne Theile des Cambium-Cylinders sich für die Bildung dieser nach Aussen wenden, worauf zugleich eine Lücke in dem früher zusammenhängenden Cylinder entsteht, in welcher Mark- und Rinden-Gewebe einander berühren. Nachdem später auch die in das Blatt verlaufenden Theile des cambialen Holzcylinders von dem dieser Lücke zunächst angrenzenden Gewebe aus dem Zusammenhange mit dem Stamme getreten und sich nach Aussen in das Blatt gewendet, schliefst sich diese Lücke des Cylinders wieder. Später werden wir sehen, wie sich bei den unterirdisch-kriechenden Stämmen von *Pteris*, *Lithobrochia, Cheilantes* etc. für das Blatt ein zusammenhängender Abschnitt des Holzcylinders trennt. Im Allgemeinen findet hier derselbe Vorgang statt, nur dafs bei diesen aufsteigenden meist oberirdischen Stämmen, der sich vom Cambiumcylinder trennende Abschnitt nicht zusammenhängend verholzt, sondern in einzelne, durch Zellgewebe getrennte Bündel aufgelöst wird. Diese Wurzeln des verkürzten Stammes erlangen nun sehr früh den ihnen als solche eigenthümlichen Bau, den Holzcylinder und die Wurzelmütze, worauf sie sich über die Oberfläche des Stammes hinaus verlängern. —

Wie ich schon oben erwähnte ist an der jüngsten, in der cambialen Gipfelknospe sich als Cambiumbündel aussondernden Wurzelanlage nicht zu unterscheiden, welches ihre spätere Bestimmung sein wird, da die eigenthümliche Umformung der Zellen an der Spitze in das Gewebe einer Wurzelmütze noch nicht eingetreten ist. Bei dem *Diplazium celtidifolium* Kunze beobachtete ich nun auch wirklich, dafs die Cambiumbündel, die die Stelle der Wurzel einnehmen bei sehr vermehrtem Zuflufse von Nahrungssaft, nicht die eigenthümliche Wurzelmütze erhielten, sondern sich ohne diese über die Oberfläche des Stammes hinaus verlängert hatten, dafs sie mit den, den oberirdischen Theilen der Pflanze eigenthümlichen Epidermialschuppen statt jener versehen, und ihr Gewebe mit Chlorophyll gefüllt war, ihre Blattknospennatur war besonders der Schuppen wegen nicht zu verkennen: auch besafsen andere, ältere, die an ähnlicher Stelle standen, schon Blattanlagen. —

Aufser diesen bei den Farnen gesetzmäfsig mit der Blattanlage zugleich erscheinenden Wurzeln, findet sich auch noch eine ähnliche Wurzelbildung durch Zellenvermehrung des cambialen Gewebes aus dem schon völlig ausgebildeten Holzcylinder wie sie bei den Monocotylen vorkommt. Das Erscheinen dieser, scheint mehr eine Folge unregelmäfsiger Ernährung des

Stammes zu sein, doch sind die Bedingungen derselben noch genauer zu erforschen, ich kann für jetzt nur auf ihr Vorkommen aufmerksam machen, ohne jene angeben zu können.— ([1])

Kehren wir zur Betrachtung des Stammes der Farne zurück, so finden wir den einfachsten Bau desselben in den fadenförmigen, dünnen Stämmen des *Hymenophyllum* die aus cylinderischem Zellgewebe bestehen, dessen Häute verdickt und gelb gefarbt sind: in der Mitte dieser befindet sich ein Cylinder cambialen Gewebes in dem einzelne Spiral - und Treppen - Fasern zerstreut stehen die fast die Mittellinie des Stammes einnehmen, so dafs hier ein centrales Holzbündel vorhanden zu sein scheint, von dem sich einzelne

([1]) Auch bei den Lycopodien, deren Wurzeln einen gleichen Bau besitzen, tritt diese Bildung unter günstigen Verhältnissen ein. Die Erscheinungen sind dann dieselben wie sie bei den Monocotylen ausführlich beschrieben wurden. Überdies verlängert sich auch bei passender Behandlung (vergl. Reinecke Gartenzeitung Aug. 1847.) ein Holzbündel des durchschnittenen Stammes unmittelbar in eine Wurzel. Taf. IX. 14. habe ich einen solchen Fall von dem *Lycopodium Springii* Kl. et Karst. gezeichnet. Der Stamm dieser Pflanze wird von einem zusammenhängenden, marklosen Holzcylinder der die Mittellinie einnimmt und von einem in einzelne Bündel getrennten, diesen inneren umgebenden Cylinder durchzogen. Ähnlich wie uns die Farne es noch zeigen werden, verlaufen die von dem mittleren Cylinder kommenden Bündel eine Strecke in dem äufseren nach Oben, und trennen sich dann erst von diesem in ein Blatt. Ein Abschnitt dieses äufseren Cylinders, der aus mehreren in verschiedene Blätter gehenden Fasern besteht, hat sich nun Fig. 14. in eine Wurzel verlängert.—In dem der Schnittfläche nahen Cambium des Holzbündels, beginnt in diesem Falle eine Zellenvermehrung, wodurch ein cambiales Gewebe, das die Schnittfläche der Fasern überdeckt, gebildet wird aus dem die Verlängerungen der verschiedenen Gewebe des Holzbündels des Stammes enstehen, die dann in die so gebildete Wurzel sich fortsetzen (F. 15), deren äufserste Zellenschicht den Bau und die Thätigkeit der Wurzelmütze angenommen hat (F. 16). —

Kürzlich hat auch Naegeli (Zeitsch. f. w. Bot.) über den Bau der Lycopodien sich ausgesprochen, er ist meiner Ansicht über die Bedeutung des sogenannten centralen Holzbündels, nur in etwas weichen meine Beobachtungen von den dort mitgetheilten ab. Pag. 133. sagt Naegeli: „Das unterste Ende des Gefäfsbündels trifft auf die Biegungsstelle eines anderen Gefäfsbündels ————. Das nächste Gefäfsbündel welches entstehen wird, wird sich an dem innern oberen Winkel der Biegungsstelle des obersten Gefäfsbündels festsetzen" etc. — Ein solches ununterbrochenes, senkrechtes Aneinanderreihen habe ich nicht gefunden, vielmehr gesehen, dafs in dem Cambiumcylinder des jüngsten Lycopodienstammes, ebenso wie in dem ähnlich gebauten Monocotylen- und Farn-Stamme mit sogenannten centralen Holzbündel, die unteren Enden der ersten Holzfasern der Blätter zwischen zwei älteren liegen, ebenso wie die Blätter des Lycopodienstammes meistens nur scheinbar senkrecht übereinander stehen —

Fasern für die Blätter trennen. Vergleicht man hiemit die Stämme der zunächst verwandten Gattung *Trichomanes*, so findet man schon einen deutlichen Übergang zu denjenigen mit wirklichem, Stärke enthaltendem Markgewebe anderer Farne. Zwar ist noch hier dies eigentliche Markparenchym nicht vorhanden, es nimmt noch das Cambium von dem die Gefäfse umgeben sind die Stelle desselben ein, doch deutet schon die Sonderung der Gewebe auf eine Trennung von Rinde und Mark hin, es findet hier ein ähnliches Verhältnifs statt, wie bei den mit einem sogenannten centralen Gefäfsbündel versehenen Phanerogamen. Noch deutlicher tritt dies Verhältnifs hervor bei den Osmundaceen und Schizaeaceen, wo die gröfseren Bündel von Holzfasern von einander abgesondert in dem Cambium zu einem Cylinder geordnet sind der ein, besonders bei den Arten der *Osmunda*, bedeutendes, grofszelliges, parenchymatisches Gewebe einschliefst. Dies dem Marke ähnliche Zellgewebe enthält jedoch nie Stärke, sondern ist immer mit den Stoffen gefüllt, die sich in dem, das Holz zunächst umgebenden, cylinderförmigen Cambium finden: es ist wie dies ein Zellgewebe, dafs in der Bildung neuer, endogener Zellen gehemmt wurde. — Die unterirdisch kriechenden Gleichenien von denen ich die *Mertensia furcata* Willd. untersuchte, bilden einen Übergang zu der andern Gruppe von Farnstämmen. Die einfachsten Formen finden sich bei den Gattungen *Pteris*, *Lithobrochia*, *Cheilanthes*, *Hypolepis* und ähnlichen unter der Oberfläche kriechenden Stämmen, die einen geschlossenen Holzcylinder besitzen, der das Gewebe des Stammes in Mark und Rinde trennt, und sich nur dort öffnet, wo Theile desselben in Zweige und Blätter abgegeben werden. In der cambialen Spitze dieser Stämme treten gleichzeitig mit der Umformung der Cambium-Zellen in Mark und Rindengewebe Spiralfasern in dem Theile auf, der sich in die gleichzeitig erscheinende Blattanlage verlängert; neben diesen Spiralen bilden sich darauf die Zellen des das Mark umgebenden Cambium-Cylinders in Holzgewebe um. Auf diese Weise sind die Gewebe in den Stämmen jüngerer Pflanzen, oder in solchen die durch den Standort auf eine spärliche Nahrung beschränkt sind, vertheilt. In älteren und recht kräftigen Stämmen findet sich in dem, von diesem zuerst gebildeten Holzcylinder umgebenen Markgewebe ein zweiter Holzcylinder an, der entweder wie mir es bei der *Dicksonia rubiginosa* Kaulf. schien, aus einem kleineren Aste entsteht, der sich von dem Holzcylinder nach Innen abzweigt, oder der, wie es bei der *Pteris Orizabae* Mart. *Lithobrochia gigantea* Prsl. und einigen ähnlichen

der Fall ist unmittelbar im Marke als kleines Bündel auftritt, das sich während seines Verlaufes im Stamme in einen Cylinder umformt. Ein gleiches Verhältnifs findet sich auch in dem Baue des aufrechten Stammes der *Dicksonia Lindeni* Hook. und den fleischigen Marattiaceen (Taf. IX. 5. 6. u. 10.) Diesem zweiten, inneren Cylinder folgt häufig noch ein dritter, der sich auf gleiche Weise in dem umfangreicher gewordenen Marke des zweiten bildet.

Den unteren, frei im Markgewebe endenden Anfang dieser inneren Holzcylinder fand ich aus verdickten Bastzellen bestehend, etwas höher hinauf treten in diesem einzelne Holzfasern, so wie Holz- und Cambium-Zellen auf; später findet sich in der Mitte des zu einem Cylinder geordneten Holzgewebes Stärke enthaltendes Parenchym an.

Die erste Absonderung dieser mittleren, frei im Marke auftretenden Holzcylinder in der Gipfelknospe habe ich nicht beobachtet, es liegt jedoch nicht fern, aus dem was wir bisher über die Umformung des Cambiums in die Gewebe des Stammes gesehen, den Grund desselben zu erschliefsen. Alle diese Erscheinungen deuten nämlich darauf hin, dafs die Umänderung des Cambiumkegels der Gipfelknospe in stärkehaltiges Parenchym und in Holzzellen in bestimmtem Verhältnisse geschieht und abhängig ist von der Ernährung der Pflanze. Es scheint mit dem gröfseren Umfange eines Pflanzenkörpers seine Sonderung in mehrere Gewebe in nothwendigem Zusammenhange zu stehen, hat die Nahrungsflüssigkeit einer gewissen Menge eines Gewebes zur Assimilation gedient, so ist sie zu seinem Wachsthume und zur Erzeugung des in ihm enthaltenen Absonderungsstoffes nicht mehr brauchbar, es wird eine andere Bildung auftreten. Von der Richtung des Nahrungszuflusses wird die Anordnung der Gewebe abhängen, daher wird auch die Kenntnifs des im Stamme der Farne und der Palmen obwaltenden Verhältnisses dieser Wege des Nahrungsstoffes es erklären, wefshalb bei letzteren die in dem Markgewebe abgesondert verlaufenden Holzbündel anfangs mit dem Cambium-Cylinder zusammenhängen, während bei den Farnen meistens in der Mittellinie der cambialen Spitze des Stammes sich die ersten Anfänge, der durch das Markgewebe von dem Holzcylinder getrennten Bündel zeigen. Später werden wir noch einige baumartige Farnstämme kennen lernen, bei denen ebenso wie bei den Palmen sich einzelne Bündel von der inneren Seite des Holzcylinders trennen, das Mark bis zur Mitte durchlaufen, und dann wieder nach dem Umfange des Stammes sich wenden, wo sie in ein Blatt sich verlängern.

Bei diesen unter der Erdoberfläche kriechenden Stämmen der Gattungen *Pteris*, *Lithobrochia*, *Cheilanthes* etc. so wie bei dem aufrechten Stamme der *Dicksonia Lindeni*, sondert sich von dem Holzcylinder des Stammes für das Blatt ein einziger, zusammenhängender Abschnitt, es findet an der Abgangsstelle der Wurzel keine Trennung desselben durch Parenchymbildung statt. Die *Alsophila pruinata* Kaulf., die ich in aufrechten Stämmen von drei Fufs Höhe fand, bildet auch in Rücksicht auf dies Verhalten des Holzcylinders (Taf. IX. 1.-4.) zu dieser Gruppe einen Übergang von den baumartigen Formen, wo es Regel ist, dafs die für die Blätter bestimmten Holztheile in mehreren Bündeln sich von dem Stamme trennen; indessen ist dies auch nicht ohne Ausnahmen, ja es kommt bei Stämmen derselben Art vor (ich fand es so bei der *Cyathea aurea* Kl. und *Alsophila microphylla* Kl.), dafs an dem einen ein zusammenhängender Abschnitt des Holzcylinders in das Blatt eintritt, an dem anderen einzelne Holzbündel, ähnlich geordnet wie jener Abschnitt, die Stelle desselben einnehmen; es scheint gänzlich von der Ernährung der Pflanze abhängig, wie viel des cambialen Gewebes das in der Knospe von dem Cylinder des Stammes sich trennt in Holzzellen, wieviel in Parenchymzellen umgebildet wird. So fand ich in eben diesen Stämmen der *Cyathea* und *Alsophila*, entsprechend der Menge des Holzgewebes in den Blattstielen, eine gröfsere oder geringere Anzahl von Bast- und Holz-Bündeln in dem Markgewebe. Diese Holzbündel des Markes verhalten sich hinsichts des Ortes ihrer Entstehung oder ihres ersten Erscheinens verschieden; einige entstehen in der Mitte des Markgewebes ähnlich dem oben beschriebenen zweiten oder dritten, inneren Holzcylinder, andere sondern sich dort, wo sich die Gewebe des Blattes vom Stamme trennen, von dem Holzcylinder, verlaufen nach Oben und durch die Mittellinie des Markparenchymes, worauf sie sich wieder nach dem Umfange des Stammes wenden und senkrecht über ihrer Ursprungsstelle in ein Blatt eintreten, in dessem Stiele sie die Mitte einnehmen und ihn der ganzen Länge nach durchziehen, während die seitwärts befindlichen in die Blattfiedern gehen.

Am wenigsten zu einem zusammenhängenden Cylinder vereinigt ist das Holz-Gewebe des aufrecht kletternden Stammes z. B. bei *Polybotrya*, *Campyloneurum*, *Pleopeltis* etc., hier schliefst sich der Holzcylinder erst sehr spät nach der Trennung der, für die, durch lange Stengelglieder von einander entfernten, Blätter bestimmten Theile, so dafs man leicht verführt wird

zu glauben, es seien einzeln stehende Holzbündel in dem Stamme, zu einem Cylinder geordnet, vertheilt. Doch auch hier z. B. bei der *Polybotrya serratifolia* Kl. fand ich zuweilen bei den jungen Ästen recht kräftig gewachsener Pflanzen einen vollständigen, zusammenhängenden Holzcylinder.

Übersehen wir nun noch einmal die angegebenen Verhältnisse der Anordnung des Holzgewebes in den verschieden gestalteten Stämmen, so können wir nach dem Mangel oder dem Vorhandensein von wirklichem, Stärke enthaltendem, Markparenchyme zwei Gruppen unterscheiden, die eine durch die marklosen Stämme der Hymenophylleen, Gleicheniaceen, Schizaeaceen und Osmundaceen gebildet, die zweite aus den Ophioglosseen, Polypodiaceen und Marattiaceen bestehend, deren mehr oder minder geschlossener Holzcylinder ein Markgewebe einschliefst. Wir finden innerhalb dieser Gruppen eine Reihe von Formen nebeneinander die uns die Entwickelungsgeschichte wiederholen, die eine der vollkommener gebauten Arten während ihrer jugendlichen Zustände zu durchlaufen hat. In dem jüngsten Pflänzchen ist nur eine Spiralfaser die des ersten Blattes, in dem noch cambialen Gewebe vorhanden, bald entsteht das zweite Blatt und mit ihm gleichzeitig in dem Cambium eine andere Spiralfaser, die Grundlage des Holzbündels dieses Blattes. An anderen Stellen des Umkreises treten die folgenden Blattanlagen auf, denen wiederum Spiralfasern im Gewebe jenes Zellenkegels entsprechen, die mit den früher entstandenen in den Umkreis eines Cambium-Cylinders gestellt sind, der die Mitte des Stammes einnimmt; noch besitzt das Pflänzchen kein Mark, es sind die Zellen des Cambiums, welche sich später zu Bast-und Holz-Zellen umformen, die die Stelle desselben einnehmen. Tritt dies auf, so haben wir den zusammenhängenden Cylindermantel als das die Rinde von dem Marke trennende Holzgewebe, den der unterirdisch kriechende Stamm uns so deutlich zeigte, und erst während der späteren Entwickelung folgen die Blätter rascher auf einander, so dafs auf einem Querschnitte des Stammes viele vereinzelte Bündel von Holzgewebe in dem Parenchyme ringförmig vertheilt erscheinen, so wie es bei den aufrechten Stämmen der Fall ist.

Zu einem ähnlichen Ergebnifse gelangen wir, wenn wir die Entwickelung der Knospe mit den Entwickelungsstufen des Stammes, die wir in der Familie der Farne kennen lernten vergleichen. Blattknospen, Äste, bilden sich bei den Farnen an sehr verschiedenen Stellen seiner Organe, entweder gleichzeitig mit den Wurzeln und Blättern aus dem Cambium der Stamm-

knospe oder nach der Entfaltung jener Organe aus dem sich vermehrenden Cambium, das das Holzgewebe des Stammes oder der Blätter umgiebt. Die am häufigsten vorkommenden und bei Individuen derselben Art am regelmäfsigsten erscheinenden sind diejenigen Äste, die bei den unterirdisch kriechenden Stämmen mit mehreren concentrischen Holzcylindern, an die sich noch die aufsteigenden Stämme der *Dicksonia Lindeni* und *Alsophila pruinata* anreihen, mit der Anlage des Blattes zugleich an der äufseren Seite seines Grundes durch eine kegelförmige oder cylinderische Ausbiegung des Holzcylinders entstehen: hinsichts des Verhältnisses ihres Gewebes zum Stamme, den Knospen der Monocotylen-Rhizome zu vergleichen. In der jüngsten Blattanlage hat es zuweilen das Aussehen als besäfse die rinnige Blattstielbasis nach Aufsen einen sackartigen Anhang z.B. bei der *Alsophila pruinata*: (ähnlich dem Sporne des Blumenblattes) in anderen Fällen, wo das Knospenwachsthum vorherrscht, verlängert sich der zusammenhängende Holzcylinder der Knospe mit der an seiner Spitze befindlichen Anlage des zum Stamme gehörenden Blattes so, dafs später das Blatt aus dem Zweige erst zu entstehen scheint; so fand ich es besonders bei den Arten der Gattung Cheilanthes und der *Dicksonia rubiginosa*, während an einem aufrecht wachsenden, 3 Fufs hohen Stamme der *Alsophila pruinata*, die auf dieselbe Weise mit dem Blatte zugleich an seinem Grunde entstehenden Knospen, dieser Art ganz eigenthümlich, ohne Blätter abzugeben abwärts wuchsen, bis sie die Erdoberfläche erreichten, wo dann die Blätter erschienen. (Taf. IX. 2. 3. 4.) Bei den aufrecht klimmenden Stämmen des *Campyloneurum*, *Pleopeltis, Polybotrya* etc. bei denen sowohl im Stamme wie in den Blättern der Holzcylinder nicht geschlossen ist, besitzen dennoch die in der Nähe der Blätter mit diesem zugleich angelegten Knospen anfangs einen geschlossenen Holzcylinder, besonders wenn die Pflanzen im kräftigen Wachsthume begriffen sind, wie es bei denen, deren Knospen zur Entwickelung kommen, immer der Fall zu sein pflegt. Es bilden diese Knospen eine Übergangsform zu den oben beschriebenen des *Diplazium celtidifolium* die in der unteren Blattstielbasis, an der äufseren Oberfläche derselben, an der Stelle der Wurzeln sich fanden.

Die zweite Art der Knospenbildung, aus dem das Holzgewebe umgebenden Cambium der schon entwickelten Organe, ist am leichtesten an den Blattstielen und Blattflächen zu beobachten. Wie bei den vollkommneren Pflanzen an den unteren Theilen des Stammes Knospen erscheinen, wenn der Saft-

flufs nach der Spitze desselben unterbrochen wird: so bildet sich regelmäfsig an jeder Seite des Blattstieles aus dem verdickten, fleischigen Grunde desselben bei den Marattien eine Knospe, wenn man die Endknospe des Stammes zerstört. Bei der *Danaea Augusti* Karst. wie bei dem *Eupodium Kaulfussii* Prsl. trennt sich von dem äufsersten cambialen Holzcylinder des Stammes ein Abschnitt der als Cylinder in den Blattstiel eintritt, wo sich mehrere Holzbündel aus ihm hervorbilden, die sich gabelartig spalten, einen, oder mehrere in einander befindliche, Cylinder darstellend. (Taf. IX. 11. 12. 13.) An dieser Spaltungsstelle der Holzbündel beginnt nun in dem knollig verdickten, fleischigen Blattstielgrunde eine Zellenvermehrung des Cambiums aus der die Knospenanlage hervorgeht. Martius giebt (*plantae cryptogamicae brasilienses* T. 69) eine sehr gelungene Abbildung einer solchen Knospenentwickelung aus dem Blattstielgrunde der *Marattia cicutaefolia*. — ([1])

Sehr häufig entstehen Knospen aus den verschiedensten Theilen der zu den Blattflächen gehörenden Rippen, Nerven und Adern, sie erscheinen, im Gegensatz der auf der unteren Blattfläche gleichfalls in der Nähe der Nerven gebildeten Sporenbehälter, auf der oberen Blattfläche. Bei dem *Diplazium plantagineum* Sw. entsteht eine Knospe an der Grenze der Blattfläche und des Blattstieles, bei dem *Diplazium celtidifolium* Kunze. an der Trennungsstelle der oberen Blattfiederstiele von dem Hauptblattstiele. Aus der Spitze des Blattstieles bei dem *Asplenium Karstenianum* Kl., *Adiantum rhizophytum* Schrad., *Adiantum rhizophorum* Sw. Aus den Nerven der Blattfläche bei der *Caenopteris vivipara*, *Woodwardia radicans* und vielen anderen. Eine

---

([1]) Auch von den baumartigen Stämmen der *Polypodiaceen* und *Cyatheaceen*, ist es lange bekannt, das sie zuweilen ästig werden, ich selbst habe öfter Stämme der *Alsophila senilis* mit 2 oder 3 aus einem Punkte entspringenden Ästen gefunden; bei den Stämmen der *Alsophila aculeata* Kl. beobachtete ich, dafs sehr kräftige, stark treibende, vollsaftige Exemplare, deren schon entfaltete und auch die schon ziemlich weit angelegten Blätter abgeschnitten waren, aus den Schnittflächen der letzteren an der Stelle der Holzbündel mehrere Blättchen hervortrieben, wodurch die Bildung eines Astes eingeleitet war. Das was hier zum Theil durch künstliche Behandlung herbeigeführt wurde; kann im Walde durch das Zusammentreffen natürlicher Vorgänge veranlafst werden, wenn beim Beginn der Regenzeit, als der Zeit des üppigsten Wachsthumes, durch die Äste und Zweige umstürzender Bäume alle Blätter eines Farnstammes abgebrochen werden, ohne den Stamm und dessen Gipfelknospe zu verletzen; es würden dadurch die Bedingungen gegeben sein, mehrere Äste hervorzurufen, die der Versuch uns als nothwendig kennen lehrte.

geeignete Behandlung, eine feuchte Atmosphäre, so wie überhaupt ein Zusammentreffen günstiger Wachsthumsbedingungen machen fast an jedem Farnblatte die Entstehung von Knospen möglich, selbst nach der Trennung von der Mutterpflanze. In allen diesen Fällen bildet sich dann aus dem die Holzbündel begleitenden Cambium, durch Vermehrung seiner Zellen, ein kleiner kegelförmiger Körper, an dessen Oberfläche Blattanlagen erscheinen, mit denen gleichzeitig im Innern des Gewebes Spiralfasern auftreten, die, bei vermehrter Blattbildung an allen Seiten der Knospe, einen Cylinder bilden, in dessen Mitte sich Cambium befindet, das an einer etwas höheren Stelle des jungen Stammes in Mark umgeändert wird.

So treffen wir hier in der Entwickelung der Pflanze aus der Knospe, dieselben Vorgänge wie die bei der Entwickelung aus dem Vorkeime beobachteten, eine Aufeinanderfolge ähnlicher Zustände, wie sie uns die Entwickelungsstufen des Farnstammes gleichfalls nebeneinander darlegen. —

Wenden wir uns nun noch zu dem Blatte der Farne, um es in seiner Entwickelung mit dem Blatte der Monocotylen vergleichend, zu betrachten. Gleichmäfsig mit der Hervorbildung der Blattanlage an der Oberfläche der Stammspitze, verlängert sich bei fortdauernder Sonderung des Markgewebes an der innern Seite des Cambiums, der dem Blattgrunde gegenüberstehende Theil desselben, als eine Ausbiegung des cambialen Holzcylinders in jene Blattanlage hinein. Da auch in dieser schlauchartigen Ausbiegung, der Grundlage des Holzgewebes des Blattes, die Bildung von Markparenchym an der innern Seite fortdauert, so steht hier das des Stammes mit dem in der Mitte des Blattstieles befindlichen, im unmittelbaren Zusammenhange. Als erste Andeutung eines künftig erscheinenden Holzgewebes, tritt in der Cambium-Schicht des Blattes eine Spiralfaser auf, der bei stärkeren Blattstielen bald mehrere an jeder Seite der zuerst entstandenen, in kleinen Abständen folgen. Der von dem Cambium-Cylinder des Farnstammes sich trennende Abschnitt verlängert sich als eine oben offene Rinne in den Blattstiel hinein, entweder ganz zu Holzgewebe sich umbildend, oder nur in der Umgebung der Spiralfasern sich in solches verändernd. Mag nun der erste Fall (bei *Pteris, Lithobrochia, Cheilanthes, Dicksonia rubiginosa* und *Lindeni* u. a. m.) oder der zweite häufigere eintreten, fast immer besitzt die Cambium-Schicht des Blattstieles an jeder Seite eine nach innen gebogene Falte, wodurch es kommt, dafs zwei Rinnen übereinander zu liegen scheinen. Die der Mitte des Blattstieles zu-

nächst befindlichen Theile dieser Falten durchziehen die gröfste Länge desselben, während die seiner Oberfläche näheren in die Blattfiedern sich verzweigen. So wie bei den Palmen das zuerst gebildete, stärkste, der Mittellinie des Stammes am meisten sich nähernde Holzbündel die ganze Länge des Blattstieles durchzieht, indem es früher Spiralen und Holzgewebe erhalt wie die übrigen später erscheinenden, in die Blattfiedern sich wendenden Bündel, so verlaufen auch bei einigen Baumfarnen einzelne Bündel, die sich von der inneren Seite des Cambium-Cylinders dort trennen, wo derselbe nach Aufsen in ein Blatt sich wendet, durch das Mark des Stammes, erst nachdem sie die Mitte desselben erreicht sich wieder nach der Oberfläche wendend, in einer senkrecht über dem ersten stehenden Blattanlage eintretend, und hier die ganze Länge des Blattstieles in dessen Mitte sie stehen durchziehend, während diejenigen, die unmittelbar aus dem Cambium-Cylinder abgingen, ohne das Mark zu durchkreuzen für die Blattfiedern bestimmt sind. Ich beobachtete dies bei den Stämmen der *Cyathea aurea* Kl. der *Alsophila microphylla* Kl. und *Alsophila aculeata* Kl., schon Mohl erwähnt dieser aus dem Mark stammenden Holzbündel des Farnblattes, deren unteres Ende er in den trockenen Stämmen nicht verfolgen konnte. —

Gleichmäfsig mit dem Wachsthume des Blattes bilden sich Spiralfasern und das Holzgewebe von Unten nach Oben aus. Bei einigen Farnen erreicht das lange ununterbrochen an der Spitze weiterwachsende Blatt eine bedeutende Länge; bei der *Salpiglaena volubilis* J. Smith fand ich Blätter von zwanzig Fufs Länge, und ich glaube nicht die längsten gemessen zu haben; das *Lygodium polymorphum* Kth. verhält sich ähnlich ([1]) und die gabelästigen Blätter der Gleichenien deuten durch die Knospe an der Spitze des Blattstieles auf eine Entwickelungsfähigkeit, die häufig unterdrückt zu bleiben scheint. Die Blätter der jüngeren Pflanzen sind bei diesen Farnen einfacher, und hören früher auf an der Spitze weiter zu wachsen; die *Salpiglaena* und das *Lygodium* besitzen dann unpaarig-fiedertheilige Blätter. Erst bei älteren, recht kräftigen Pflanzen wird die Bildung dieser endständigen Blattfieder verzögert, während die gepaartstehenden in immer gröfserer Anzahl sich entwickeln.

---

([1]) Mohl zählt diese Pflanzen zu den Rankengewächsen und widerlegt Palm, der sie zu den Schlingpflanzen rechnete, (Über den Bau der Ranken und Schlingpflanzen p. 152) durch Unbeständigkeit der Wachsthumsrichtung, obgleich die Art der Entfaltung des Blattes nicht mit dem von ihm p. 4 gegebenen Wesen der Ranke übereinstimmt. —

Noch einer Eigenthümlichkeit des Farnblattes ist hier zu erwähnen, die sich in dem Baue desselben findet und gewiſs auf die Ernährungsweise der Pflanzen den gröſsten Einfluſs ausübt. An den Blattstielen macht sich nämlich jederseits ein heller Streifen bemerkbar, der entweder ununterbrochen der Länge nach verläuft, oder durch einzelne, dunkele, dem übrigen Oberhautgewebe ähnliche Stellen unterbrochen ist. Zuweilen ist die Oberhaut bei alten Blattstielen über jenem helleren Gewebe durch kleine, lenticellenähnliche Öffnungen unterbrochen, die durch Zerreiſsung derselben entstanden sind. Untersucht man das daselbst befindliche Gewebe genauer, so findet man an den hellen Stellen ein rundliches Parenchym, während das benachbarte langgestreckte Prosenchymzellen sind, die später verdickte Wandungen erhalten. Diese Parenchymzellen enthalten eine gelblich gefärbte, gummiartige Flüssigkeit und meistens sehr groſse Tochterzellen; es steht dies Gewebe in Verbindung mit derjenigen Parenchymschicht, die zunächst das Holzgewebe umgiebt, und die sich meistens durch die Beschaffenheit des Inhaltes und der Häute seiner Zellen, wie durch die in den Zwischenzellgängen enthaltene Luft, von dem übrigen Gewebe unterscheidet, das gleichfalls unter sich in engerer Beziehung zu stehen scheint. Bei den Arten der Gattung *Diplazium* bei der *Lotzea*, bei *Polystichum caudatum* Kl., *Aspidium macrophyllum* Sw. *Dicksonia Lindeni* und vielen anderen färbt sich das Markparenchym ebenso wie die mit demselben in Verbindung stehende verholzte Prosenchymschicht, die unter der Oberhaut sich befindet später braun, während jene das Holz umgebende Schicht, die sich durch das braungefärbte Gewebe an die hellen Streifen des Blattstieles verfolgen läſst, ungefärbt bleibt. Die Zellen dieser letzteren sind immer etwas kleiner, liegen locker nebeneinander wie ein lungenförmiges Parenchym und sind bald von Absonderungsstoffen entleert, gleichsam abgestorben; sie enthalten dann Kohlensäure in den Zellenhöhlen, die bei dem lungenförmigen Gewebe mit einander in Verbindung stehen. — (1)

Bei den Cyatheaceen erstreckt sich diese eigenthümliche Umbildung bis auf die untersten Theile des Blattstieles. Sie findet sich hier an der äuſseren Oberfläche des bei der *Cyathea* abfallenden bei der *Alsophila* stehen-

---

(1) Die Betrachtung dieses lungenförmigen Gewebes, dessen Zellenhöhlen später mit einander in Verbindung stehen, ist denjenigen zu empfehlen, die die sogenannten verästelten Milchsaftgefäſse, wegen deren unregelmäſsige Form, für Zwischenzellgänge halten. —

bleibenden Blattstielgrundes, schon an jungen Blättern als 1, 3, 5 oder mehrere helle Flecke bemerkbar; später nach dem Zerreifsen der Oberhaut haben sie Ähnlichkeit mit Lenticellen. Die Entwickelung und Thätigkeit der einzelnen Zellen dieses Gewebes scheint sehr grofse Ähnlichkeit mit denen der Wurzelmütze zu haben. Nach allen mir bekannt gewordenen Erscheinungen halte ich sie für die Sammler der unorganischen Nahrungsstoffe aus der Atmosphäre und für die Überträger derselben an das innere Gewebe, nachdem sie mit den in der Zellhöhle enthaltenen Absonderungsstoffen zu organischen Verbindungen sich vereiniget hatten.

Auch die haar- und schuppen-förmigen Anhänge der Oberhaut, stehen höchst wahrscheinlich in einer ähnlichen Beziehung zu der Ernährung des Pflanzengewebes, wie ich dies schon bei dem Palmenblatte erwähnte.

Betrachten wir noch endlich die verschiedenen Gewebe des Farnstammes, so finden wir alle diejenigen wieder, die wir schon bei den Monocotylen kennen lernten. Nach der Sonderung des Markparenchymes aus dem Cambium des Gipfeltriebes, entstehen zuerst aus dem cambialen Holzcylinder Spiralfasern in bestimmten Abständen seines Umkreises, entsprechend einer Blattanlage an der Oberfläche, in die sich dieselben hineinverlängern (Taf. VIII. 1. b.). Diesen Spiralfasern zunächst ändert sich das Cambium in langgestreckte Zellen, die sich dann in senkrechte Reihen ordnen, wie es bei den Monocotylen gleichfalls stattfindet, es bilden sich bei den Farnen auf gleiche Weise aus ihnen die punktirten oder gestreiften Holzfasern, die den gröfsten Theil des fertigen Holzcylinders ausmachen; weiter von den Spiralfasern entfernt, befinden sich dann die in ihrer Thätigkeit unterdrückten Cambium-Zellen: bei dem geschlossenen Holzcylindermantel die innere und äussere Oberfläche desselben bedeckend (Taf. VIII. 2. d.), bei dem in einzelne Holzbündel aufgelösten meistens das Holzgewebe umgebend und gegen das Markparenchym abgrenzend. Bei denjenigen Stämmen in deren Mitte kein Mark vorkommt nimmt es die Stelle dieses ein, meistens in der Form längerer Cylinder-Zellen, selten in der eines eckigen Parenchymes von dem es sich dann nur durch den Inhalt unterscheidet. Die Gummi-oder Saft-Behälter die in dem Holzbündel der Palmen und der meisten Monocotylen fast regelmäfsig vorkommen, finden sich hier bei den Farnen selten. In den Geweben des Holzcylinders des Stammes beobachtete ich sie nur bei der *Dicksonia rubiginosa,* dagegen waren diese zum Holzgewebe gehörenden Abson-

derungsorgane in den Holzbündeln der Blattstiele aller Cyatheaceen vorhanden die ich untersuchte; sie stehen hier von der Spiralfasern an der Markseite der Holzschicht von Cambium-und Holz-Zellen umgeben, sie entstehen aus senkrechten Zellenreihen des Cambiums und verlängern sich auch in solche in den höheren Theilen der dünner werdenden Blattstiele, in deren geringem Zellgewebe die Umbildung in eigentliche Gefäfse nicht mehr stattfand. Häufig finden sich in demselben grofse Zellen, die deren ganze Höhlung ausfüllen, was auch bei den übrigen Gefäfspflanzen seit Malpighi beobachtet ist; nicht selten enthalten diese in den Gefäfsen vorkommenden Zellen Stärke, ja einigemal fand ich auch Chlorophyll in diesen rings von Holzgewebe umgebenen Zellenvegetationen (bei der *Cyathea aurea* Kl., *Alsophila microphylla* Kl.).

Wie bei der Bildung der Holzbündel der Monocotylen die äufsere Cambiumschicht nicht vollständig in Parenchym umgeändert wird, sondern als ein von dem Cambium verschiedenes Gewebe, (die Mutterzellen des Parenchymes, das in der Entwickelung unterdrückt wurde) das Holzbündel umgiebt und nur an der Grenze des Parenchymes die unausgebildeten, endogenen Zellen erkennen läfst: so findet sich auch bei den Stämmen der Farne eine das Holz umgebende Gewebeschicht, deren Zellen schon in der cambialen Anlage des Holzcylinders sich durch die langgestreckte Form auszeichnen, die man erkennt, sobald keine Neubildung von Parenchymzellen in ihm mehr stattfindet; (Taf. VIII. 1. c.) auch hier bildet sich dann regelmäfsig an der Grenze des eigentlichen Parenchymes in den Zellen dieses Gewebes, das ich mit dem Bast der höheren Pflanzen für gleichbedeutend halte, eine jüngere Generation von Zellen die, von der Weite der Prosenchymzellen, in diesen senkrecht übereinanderstehen: es ist eine vollständige Schicht von unausgebildeten Parenchymzellen, die wohl nur auf Veranlassung einer veränderten Beschaffenheit des Nahrungssaftes in dem Wachsthume gehemmt wurden, und darin unter günstigen Verhältnissen fortzufahren bestimmt sind. Bei den in einzelne Bündel aufgelösten Holzcylindern der dünnen Stämme, so wie in den Blattstielen, ist diese Bastschicht meistens sehr unbedeutend, nur durch jene einfache die cambialen Parenchymzellen enthaltende Schicht angedeutet; bei den baumförmigen Stämmen der Farne dagegen, findet sich auch in den ausgewachsenen Theilen dieser Bast, in einer bedeutenden Schicht prosenchymatischer, verdickter und braungefärbter Zellen bestehend, die an den dunkel gefärbten Bast der Palmen erinnern. (Fig. 2. c.) Von diesem letzteren unter-

scheidet sich der Bast des Farnstammes dadurch, dafs noch in den verholzten und darauf dunkelgefärbten Zellen desselben Stärke gebildet wird, die ich nie mit Bestimmtheit in dem Baste der Monocotylen erkennen konnte, wohl aber in dem der Dicotylen zuweilen vorfand. Ein anderes Verhältnifs das mir bei Monocotylen bisher nicht bekannt geworden ist, das an die in der Rinde und zuweilen im Marke der Dicotylen befindlichen Bastbündel erinnert, findet sich in dem Farnstamme: nämlich eine Bildung von parenchymatischem Gewebe sowohl auf der nach der Oberfläche des Stammes wie auf der nach dem Holzgewebe gewendeten Seite der Bastschicht, wodurch der Holzcylinder der Baumfarne von dem ihn umgebenden Baste durch eine Schicht von Stärke enthaltendem Parenchyme getrennt wird, in welchem, in den Stämmen, deren übriges Parenchym von Gummigefäfsen durchzogen wird, gleichfalls solche Gefäfse vorkommen. —

Da bei vielen Arten der Gattungen *Diplazium, Dicksonia, Cheilanthes, Didymochlaena* und sehr vielen anderen auch die Zellen des Markgewebes die braune Farbe annehmen, die die Bastzellen im späteren Zustande besitzen, ihm überdies oft in der langgestreckten, prosenchymatischen Form ähnlich sind, so rechnete Mohl diesen Bast zum Parenchym, er glaubte hiezu um so mehr berechtigt zu sein, als auch in dem später weifsbleibenden Markgewebe der Baumfarne oft einzelne Bündel solcher verdickten Bastzellen vorkommen, die dann durch Umbildung der Markzellen entstanden zu sein scheinen.

Bei denjenigen Arten, die sowohl das braungefärbte Markgewebe besitzen wie den Bast, färbt dieser sich früher braun wie jenes, seine Zellen besitzen auch meistens eine andere Form, indem sie cylindrisch, die des Markes prosenchymatisch gestaltet sind. Oft beginnt die braune Färbung des Markes an der Grenze des Holzgewebes und zwar bei jeder einzelnen Zelle, an der Seite der Zellwand die dem Holze zugewendet ist. Dieser Farbenänderung geht immer die Verdickung der Haut voran. In einigen Gattungen kommen gar keine braungefärbten Gewebe vor z. B. bei der *Marattia*, hier fand ich auch in dem Safte der Pflanze, der sonst durch Eisensalze dunkelgrün gefärbt wird, nicht diese Andeutung von Gerbsäure; es scheint daher dieselbe nicht in dem Bastgewebe erst gebildet zu werden, (etwa durch Verwesung des absterbenden Gewebes, in dem noch lebenden Körper!) sondern nur besonders geeignet zu sein sich mit dem Gewebe desselben zu verbin-

den. Der eigentliche Bildungsort dieser Säure, sind die kleinen Bläschen oder Zellen, die in dem gummiartigen Safte der Prosenchymzellen vorkommen. In vielen Arten kommen besondere Zellen in dem Parenchyme vor, die schon durch ihre Form sich von den übrigen unterscheiden lassen, sie sind meistens gröfser und stehen oft in senkrechten Reihen übereinander; ihre Höhlungen sind zuweilen durch Verflüssigung der sich berührenden, wagerechten Scheidewände mit einander verschmolzen, so dafs die Form der Milchsaftfasern dadurch hervorgebracht wird, oder die der Gummigefäfse, wenn die Parenchymzellen, die diese Faser zunächst umgeben, zugleich an der Absonderung des Gummi Theil nehmen. In dieser gummiartigen Flüssigkeit finden sich kleine Zellen, deren trüber Inhalt durch Eisensalze schwarz gefärbt wird, diese Zellen halte ich daher für den Erzeugungsort der Gerbsäure.

Einzelne grofse gummihaltige Zellen fand ich in dem Parenchyme der Stämme der *Cyathea aurea,* (Taf. VIII Fig. 1. a.) *Alsophila senilis, microphylla* u. a., zu Fasern vereinigt waren diese Zellen in dem Stamme der *Alsophila pruinata*, in deren Blattstiel die Höhlung derselben nicht weiter war wie die der übrigen Parenchymzellen, nur durch ihren Inhalt von diesen zu unterscheiden, so dafs sie den eigentlichen Milchsaft führenden Fasern ähnlich waren. Eigentliche Gummigefäfse fand ich in dem Gewebe des Stammes, der Blätter und der Wurzeln der *Marattiaceen*, hier nehmen auch die, die einfachen Fasern umgebenden Zellen an der Absonderung des Gummi Theil. Das Vorkommen der Gummi-Gefäfse und -Fasern ist also nicht an die Form des Stammes gebunden, erstere kommen in den verkürzten Stämmen der *Marattien* vor, und sie wie auch die einfachen Fasern fehlen in vielen baumartigen z. B. in dem *Polypodium subincisum* Willd. und *Karstenianum* Kl., der *Didymochlaena sinuosa* Desv., *Polybotrya serratifolia* Kl. und *canaliculata* Kl., der *Hemitelia obtusa* Kl. und *Balantium Karstenianum*, welche letzteren in dem weifsen Markparenchyme auch weder Bast- noch Holz-Bündel enthalten. —

Das Gewebe der Rinde ist dem des Markes an Form und Inhalt immer sehr ähnlich, die Schichten der Oberhaut sind spindelförmig und erhalten später verdickte Wandungen, sie setzen sich über die Basis des Blattstieles fort, dessen weiter vom Stamme entfernte Theile meistens nur von einer einfachen Schicht solcher Oberhautzellen bedeckt sind. Da auch die, den Holzcylinder umgebende Bastschicht bei manchen Farnen mit der Ober-

haut des Blattes zusammenhängt (vergl. Taf. IX. Fig. 1.), so kann man eine Ähnlichkeit in der physiologischen Bedeutung dieser Gewebe vermuthen.

Vergleichen wir nun noch einmal übersichtlich den Bau des Farnstammes mit dem der Palmen, so finden wir die gröfste Verschiedenheit in dem Verhalten der Holzbündel während ihres Verlaufes zu den Blättern. Bei den Palmen und Monocotylen überhaupt war es Regel, dafs die Holzbündel sich an der Markseite von dem Holzcylinder trennten und vor ihrem Eintritte in das Blatt, das Markgewebe durchzogen; bei den Farnen dagegen tritt dies Verhältnifs nur ausnahmsweise ein, Regel ist es, dafs die Spiralfaser mit dem sie begleitenden Holzgewebe senkrecht in dem Holzcylinder aufsteigt, und nur eine Biegung nach Aufsen in das Blatt macht.

Jeder neuen Blattanlage entsprechend, entstehen in dem cambialen Holzcylinder neue Spiralfasern als die Grundlage von Holzbündeln, die, ohne unmittelbaren Zusammenhang mit den Spiralfasern anderer Blätter, mit allem Holzgewebe das aus dem Cambiumcylinder hervorgeht, sich in das entwickelnde Blatt hineinverlängern. Im weiteren Verlaufe der Entwickelung des Stammes kann mehr oder weniger senkrecht, oberhalb der in ein Blatt getretenen Spiralfaser, wie wir es bei den Monocotylen sahen, eine andere neue Faser entstehen: keinesweges ist jedoch diese Faser, oder das um sie sich bildende Holzbündel, als eine Verlängerung des früher vom Stamme in ein unteres Blatt gehenden Bündels, zu betrachten. Mohl der dies annimmt (*de structura caudicis filicum arborearum* 1833) und darin eine gänzliche Verschiedenheit in der Wachsthumsweise des Stammes der Farne und Monocotylen erblickt, hat nicht nur die zuerst auftretenden Holzbündel mit dem übrigen Gewebe des Holzcylinders verwechselt, sondern auch unbeachtet gelassen, dafs zunächst oberhalb des, in ein Blatt sich nach Aussen wendenden Holzgewebes eine markstrahlenähnliche Parenchymbildung eintritt, und durchaus kein Cambium verbleibt, das die Entstehung von Holzbündeln oder einer Holzschicht veranlassen könnte.

Mohl's „*vegetatis terminalis*" findet ebenso wenig, in der von ihm untergelegten Bedeutung statt, wie die Gründung der von Endlicher und Unger aufgestellten Abtheilung der „*Acrobrya*" sich durch sie rechtfertigen läfst. —

Ob der ganze Cambium-Cylinder zu Holzzellen sich umbilde oder nur einzelne, die zuerst gebildeten Spiralen umgebenden Theile desselben:

ob, in Folge dieser Umänderung, ein geschlossener- oder ungeschlossener Holzcylinder entstehe, ist in der Familie der Farne eben so wechselnd, wie bei den übrigen, mit einem Holzcylinder versehenen Pflanzengruppen und wie wir oben p. 123. sahen, die Bildung dieser Gewebe zum Theil von der Ernährung der Pflanze abhängig. Eine geringe Cambium-Schicht umgiebt immer das entwickelte Holzgewebe und begrenzt dasselbe gegen die benachbarte Parenchym- oder Bast-Schicht; hierin weicht der Bau der Farne von dem der Palmen und der übrigen Monocotylen ab, indem bei diesen Pflanzen das Cambium in der Regel nur an der einen, nach der Stammoberfläche gewendeten Seite des Holzgewebes sich findet. Ausgezeichnet sind die meisten Farne, besonders die baumartigen Stämme, durch die bedeutende Bastschicht, die die Holzbündel oder den Holzcylinder allseitig umgiebt. Das letztere Verhältnifs, das Vorhandensein von Bastgewebe an der Markseite des geschlossenen Holzcylinders findet sich nur bei wenigen Dicotylen angedeutet, die Umhüllung der getrennten Holzbündel dagegen von einer Bastschicht, findet sich bei den meisten Monocotylen wieder und erinnert durch die Färbung dieses Gewebes besonders an die Palmen. —

Die Gewebe der Wurzel sind gleichfalls bei den Farnen und Palmen, wie bei allen übrigen Monocotylen gleichgebildet, und befinden sich in einer gleichen Anordnung. Ein Unterschied besteht jedoch darin, dafs den Farnen die Pfahlwurzel, die unmittelbare Verlängerung des Stammes, fehlt und die später erscheinenden Wurzeln regelmäfsig gleichzeitig mit dem Blatte angelegt werden, während sie bei den Monocotylen erst nach der Entfaltung der Blätter aus dem Cambium des Holzcylinders unterhalb derselben entstehen. —

Auch die Gewebe des Blattes sind im allgemeinen bei diesen beiden grofsen Pflanzengruppen gleich gebildet und oft ähnlich geordnet, nur kommt bei den Farnen noch die oben beschriebene, eigenthümliche Umbildung gewisser Stellen der Oberhaut hinzu, die den Zutritt der Atmosphäre an das innere Gewebe des Blattes und des Stammes zu erleichtern bestimmt zu sein scheint. In der Entfaltung des Blattes und in der gleichzeitig erfolgenden Verholzung der Gewebe findet sich darin ein Unterschied, dafs bei den Palmen und den übrigen Monocotylen die Entwickelung der Gewebe aus dem Cambium von dem unteren Theile des Blattes nach den oberen hin stattfindet: die Entfaltung, das Auswachsen, der gebildeten Zellen jedoch in umgekehrter

Richtung geschieht; bei den Farnen dagegen der ersten Anlage ununterbrochen in derselben Richtung von Unten nach Oben die späteren Umbildungen der Zellen folgen. —

## Vergleichung des Baues der Monocotylen mit dem der Dicotylen.

Indem wir uns zu der grofsen Abtheilung der Dicotylen wenden, treten uns mehrere Familien entgegen, die man wegen ihres von der Mehrzahl der Dicotylen abweichenden Baues als eine Übergangsform zu den Monocotylen betrachtete. Es sind dies besonders die Cycadeen, die Piperaceen, Amaranthaceen, Chenopodien und Nyctagineen, die daher bei der vorgesetzten Untersuchung vorzugsweise zu berücksichtigen sind.

Zweckmäfsig wird es sein, bei der Untersuchung dieser als Übergänge erscheinenden Pflanzenformen von dem regelmäfsigen Baue der dicotylen Stammform auszugehen. Wenden wir uns zuerst zu diesem Zwecke zn den Coniferen einer Familie die nicht nur jene Bedingung erfüllt, sondern auch zu der Vergleichung der Cycadeen den Weg bahnt: so finden wir bei der Betrachtung des Querschnittes einer Blattknospe von *Podocarpus salicifolia* Kl. et Karst. hier ebenso wie bei den Monocotylen und Farnen das Parenchym des Markes und der Rinde durch eine Schicht cambialen Gewebes geschieden, an dessen innerer und äufserer Oberfläche eine Vermehrung des Parenchymes stattfindet, während in seiner Mitte einzelne senkrechte Zellenreihen zu Fasern sich vereinigen, die bald als echte Spiralfasern kenntlich sind, welche in bestimmten Abständen von einander entfernt stehen, den gleichzeitig an der Oberfläche der Stammspitze erscheinenden Blattanlagen entsprechend. So wie diese Blätter in einer Schraubenlinie sich aus dem Cambium-Kegel nach und nach hervorbilden, so beginnen in gleicher Reihenfolge die Anfänge der für sie bestimmten Spiralfasern in dem Cambium - Cylinder, eine der Blattstellung ähnliche Linie im Innern des Stammes beschreibend. Denkt man sich die stiellosen Blätter am *Podocarpus* mit gleichlangen Stielen versehen und ordnet nun die Blattflächen so um eine Mittellinie, wie es die lebende Pflanze zeigt, so hat man durch die gedachten Blattstiele die richtige Lage der Holzbündel des Stammes. Alle diese senkrechten Stammenden der Blattspiralen stehen in einem bestimmten Abstande vom Mittelpunkte, einen

Cylinder um das Mark bildend, sie verlaufen eine Strecke in dem Cambiumcylinder aufwärts und wenden sich dann, ohne die geringste Krümmung nach innen zu machen, zur Oberfläche in die Blätter die sie als Mittelrippe durchziehen. Die Blätter sind in fast $\frac{3}{8}$ Spirale geordnet [1], doch eben so wenig wie das neunte Blatt senkrecht über dem ersten steht, befindet sich auch die zu jenem gehende Spiralfaser senkrecht über dieser, sondern etwas zur Seite gerückt. Man darf sich daher das Verhältnifs der verschiedenen Spiralfasern nicht so denken, als sei die obere Spiralfaser, mit den übrigen Fasern und Zellen die mit ihr ein Bündel bilden, eine Verlängerung der nächst unteren: es ist dies eine ebenso unrichtige Vorstellungsweise wie diejenige, dafs die zu den oberen Blättern gehenden Holzbündel aufserhalb der zu den unteren verlaufenden lägen und von diesen durchkreuzt würden.

Nach der völligen Umbildung des Cambiums in die, fast in ihrer ganzen Länge gleichartig zusammengesetzten Holzbündel, formen sich die im Stamme zwischen ihnen befindlichen, aus dem Cambium gebildeten Prosenchymzellen zu Holzfasern um, die zuerst entstandenen Holzbündel zu einem zusammenhängenden Cylinder vereinigend, der das Mark einschliefst und von der Rinde durch eine geringe Schicht von Cambiumzellen getrennt ist, die in der nächsten Wachsthumsperiode des Baumes zur Entstehung einer neuen Holzschicht Veranlassung geben, welche dann die senkrechten Enden jener in den Blät-

---

[1] Die ersten Blätter einer Seitenknospe nehmen noch nicht diese Stellung ein, sie stehen fast wechselweise, die untersten rechts und links, die folgenden unten und oben. Die Entwickelung dieser beiden letzten Blätter, giebt einen schönen Beleg für die Unhaltbarkeit der Ansicht, dafs die Lagerungsweise (*foliatio*) unbedingt abhängig sei, von der durch die Stellung ausgesprochenen Bildungsfolge. In dem T. VII. 6. a. gegebenen Querschnitt einer Knospe sieht man innerhalb der äufseren Ränder der beiden rechts und links stehenden Blätter, der mütterlichen Blattachsel der Knospe zugewendet das dritte Blatt schon von dem Gewebe seines Stammes getrennt, wenn noch das Folgende nicht gesondert ist. — In dem Querschnitt einer ausgewachsenen Knospe Fig. 6. b. umfafst der äussere Rand des rechts stehenden Blattes, der linkswendigen Spirale den entsprechenden Rand des gleichzeitig entstandenen, linksstehenden; dann folgt das unterhalb und links von Letzterem stehende der Hauptaxe zugewendete und jetzt est als 4tes das als das Dritte aus dem Cambium gesonderte, der Achsel des Stammblattes zugewendete Blatt, welches innerhalb der beiden übereinandergreifenden Ränder der beiden unteren Blätter befindlich sowohl an der Abgabe von Stoffen aus der Atmosphäre wie an einer Aufnahme von solchen mehr verhindert ist, wie das später entstandene, doch theilweise freie, gegenüberstehende Blatt.

tern endenden Bündel bedecken, und gänzlich von dem Rindengewebe entfernen. Vor diesen Holzbündeln entstehen in der Rinde wie in dem Blatte durch Erweiterung einzelner senkrechter Zellenreihen und Aufsaugung ihrer wagerecht sich berührenden Wände, Fasern (T. VII. 5. g.) die in der Rinde und in den parenchymreichen Theilen des Blattes, (VII. 4) dadurch dafs die benachbarten Zellen an der absondernden Thätigkeit dieser Faser Theil nehmen, während ihre Haut dann zu verschwinden scheint, die Eigenschaften eines Gefäfses bekommen, während in der Blattspitze (VII. 3. a.) und dem Blattstiele die Faserform sich nicht verändert. An der diesem Harzgefäfse und der mit Spaltöffnungen begabten Oberfläche zugewendeten Seite des Holzbündels verbleibt auch in seinem Blattende, ebenso wie in dem Stamme eine Cambiumschicht, deren fortdauernde Zellenbildung die Vermehrung des Holzgewebes vermöglicht: wodurch auch im Blatte bald eine bedeutende Holzschicht entsteht, die an ein ähnliches Verhältnifs, bei gleichzeitiger Verlängerung des Blattstieles und Fiederblattbildung, bei manchen Meliaceen und Cedrelaceen erinnert. (Man vergl. meine Bemerkung über die *Guarea trichilioides* L. Bot. Zeit. 1846, 7) ([1])

In dem Holze des Stammes machte sich die Anzahl der Wachsthumsperioden durch Jahresringe bemerkbar; in dem, Taf. VII. 1. gezeichneten Querschnitte ist die vorletzte Holzschicht nur halb so dick wie die übrigen, dem entsprechend war auch die Länge der Zwischenknoten des vorletzten Trie-

---

([1]) Nicht immer ist das Blatt der Dicotylen so einfach gebaut wie das der Coniferen, meistens treten aus von verschiedenen Stellen des Stammkreises Holzbündel in das Blatt, nicht selten in dem Blattstiele, dann einen geschlossenen Cylinder bildend, der dann oft, wie grade bei den oben erwähnten Familien ein bedeutendes Markparenchym einschliefst, während die nach Aussen liegende Cambiumschicht zur Verdickung des Holzcylinders beiträgt. Regel ist es bei den Dicotylen, dafs das Cambium der Holzbündel des Blattstieles und der Blattfläche nach der mit Spaltöffnungen besetzten (unteren) Oberfläche hin gewendet ist, während es bei den Monocotylen in der Mittellinie der Holzbündel neben den der Atmosphäre geöffneten Holzfasern eingeschlossen wird und bei den Farnen die ganze Oberfläche des Holzgewebes bedeckt, das von dem überall der Atmosphäre durch die oben beschriebene Einrichtung leicht zugänglichen und fast gleichförmig entwickelten Parenchyme umgeben ist. Die Anordnung der Gewebe scheint der Vertheilung der Nahrungswege zu entsprechen: die Art ihrer Entwickelung ist dagegen von der Beschaffenheit des Nahrungstoffes abhängig. Erst die genauere Kenntnifs dieser beiden Bedingungen, wird uns eine etwas tiefere Einsicht in die Lebensverhältnisse des pflanzlichen Organismus verstatten. —

bes nur halb so grofs wie die der übrigen; die Gröfse der Zellen dieses Holzcylinders war von den banachbarten nicht verschieden, ebenso die Verholzung derselben, die geringere Länge der Stengelglieder wie die entsprechende Dicke des Holzcylinders hatte also seinen Grund in einer veränderten Bildungsthätigkeit, über den ich leider weder Aufschlufs noch Andeutungen erhalten konnte, da die Blätter schon abgefallen waren. Das Holz besteht aus punktirt verdickten Fasern, die durch wagerechte Zellenreihen von Markstrahlen in radialer Richtung durchzogen werden. Vorzüglich an den diesen Markstrahlenzellen anliegenden Wandungen der Holzzellen finden sich ähnliche Porenbläschen, wie bei den übrigen Fichten (VII. 2. b.). Die Bedeutung dieser Bläschen die bei *Pinus sylvestris,* wo sie noch häufiger vorkommen, zuweilen zwei bis vier noch kleinere Bläschen einschliefsen, ist hier vielleicht eine ähnliche, wie die der früher (p. 131 T. VII. 2. 3.) beschriebenen in den Bastzellen eingeschlossenen, d. h. eine in ihrer Entwickelung gehemmte Mutterzelle. Untersucht man nämlich die an der Rinde grenzende Cambiumschicht, die hier, wie überall das langsam wachsende Cambium, aus weiten, dünnwandigen Zellen besteht die mehrere Zellkerne enthalten, so findet man, dafs die Entfaltung dieser endogenen Zellen und ihre Entwickelung zu Holzgewebe in einzelnen radialen Schichten im Umkreise des Stammes beginnt, und von hier nach beiden Seiten hin mit verlangsamter Wachsthumsthätigkeit vorschreitet; endlich wenn sie an der markstrahlenartigen Zellenreihe zusammentreffen, scheint nur eine dieser endogenen Zellen sich auszudehnen, während durch sie die übrigen an die der Markstrahlenzelle zugewendete Zellwand gedrängt, und zwischen beiden Häuten eingeschlossen werden. Dafs diese Zellen aufser der oben (p. 48.) erwähnten, von dem Gesammtleben des Organismus unabhängigen, selbstständigen Entwickelung auch in den späteren Lebensstufen desselben in eine regelmäfsige Fortbildung eingehen können, ist bei dem *Podocarpus* oder einer anderen Conifere noch nicht beobachtet: diese für die Kenntnifs des Zellenlebens so aufserordentlich wichtige Erscheinung zeigt sich in den Stämmen vieler Schlingpflanzen, deren Holzcylinder durch eine solche Veränderung der Thätigkeit der Zellen nicht nur auf die verschiedenste Weise durch Zellgewebe getrennt, sondern selbst durch die Entstehung von Rindengewebe aus diesem letzteren, in ein Bündel getrennter Stämme zerfällt. Auf der Taf. VI. habe ich Fig. 7. den Querschnitt eines älteren Stammes der *Banisteria nigrescens* Adr. Juss. gezeichnet,

in welchem bei a die Trennung der Oberflächenauswüchse des mittleren Holzkörpers vorbereitet wird. — In den jüngsten, noch nicht verholzten Zweigen findet sich im Umkreise des Markes eine ähnliche Anordnung von Holzfaserbündeln, die sich in die Blätter verlängern, wie es von dem *Podocarpus* beschrieben ist, durch das später gebildete Holz, dafs diese Bündel dann zu einem Cylinder vereinigt, tritt darin ein Unterschied hervor, dafs dasselbe hier dann aus Prosenchymzellen besteht, wie es bei den Dicotylen Regel ist, und sich durch die dem Stamme aller Schlingpflanzen eigenthümliche grofse Menge weiter Netzfasern auszeichnet. Entfernt man die Rinde von einem jungen Zweige, so ragen die in den Blättern endenden Holzbündel, eine sehr scharfe Kante bildend, über die Oberfläche des Holzcylinders hervor. Verfolgt man diese hervorragenden Holzbündel abwärts in die älteren Theile des Stammes, so findet man, dafs sie hier an dem Holzcylinder durch Rillen ersetzt werden, indem der zwischen den Faserbündeln befindliche Theil des Cambiumcylinders durch eine fortdauernde Bildung von Zellen und Holzgewebe hier eine stärkere Vermehrung der Holzschicht bewirkt. An noch älteren Theilen des jungen Stammes, deren Oberhaut schon abgefallen und durch Rindengewebe ersetzt ist, wenden sich die Markstrahlen des Holzes, dafs die mit Rindenparenchym ausgefüllten Rillen begrenzt, seitwärts nach diesem Gewebe hin: wodurch es kommt, dafs die Markstrahlen in den sehr vergröfserten Auswüchsen des Holzcylinders, von deren Verbindungsstellen mit dem mittleren, ungetrennten Theile aus, fächelförmig vertheilt sind.

In der Gegend dieser Verbindungsstellen beginnt nun die Neubildung von Zellen innerhalb des Holzgewebes, (man vergl. Fig. 8. und 9. und die dazu gegebene Beschreibung), deren Ergebnifs, wie schon erwähnt, nicht nur die Trennung der seitlichen Auswüchse des Holzcylinders von dem ältesten, mittleren Theile, sondern eine unregelmäfsige Zertheilung des sämmtlichen Holzgewebes ist, in deren Folge eine noch öfter wiederholte Trennung in mehrere Bündel eintritt.

Ähnliche Erscheinungen finden sich noch bei den Sapindaceen, Aristolochien, Asclapiadeen, Acanthaceen (hier im ausgezeichneten Grade bei der *Engelia* m.) und gewifs noch bei mehreren anderen Familien.

Wenden wir uns nun zu den Cycadeen, einer Familie die von den Gründern der botanischen Systeme zu den Farnen, von späteren Forschern zu den Monocotylen und Dicotylen gestellt wurde, zum Theil weil ihnen der Bau des

Saamens und des Stammes nicht bekannt war, so finden wir bei der Untersuchung des ersteren eine vollkommen dicotyle Bildung. Aus der einfachen, ungetheilten Anlage des Keimlinges der *Zamia muricata* Willd., die ich in ihrer Entwickelung zu betrachten Gelegenheit hatte, wachsen zwei völlig getrennte Saamenlappen hervor, die während der Saamenreife sich bedeutend vergröfsern, und an der Berührungsfläche ihrer oberen Enden mit einander verwachsen. Das Keimen dieser Saamen weicht nicht von dem einer dicotylen Pflanze ab, was schon Petit Thouars erwähnt, das mit einer Mütze bedeckte Würzelchen verlängert sich abwärts und verdickt sich rübenförmig, während die Keimknospe aus der nicht verwachsenen Spalte der Saamenlappen hervorwächst. An der Trennungsstelle des Würzelchens und des oberirdischen Stammtheiles bildet sich ein höchst zierlicher, wagerechter Kreis von einer Anzahl Spiralfaserringe, von welchem die Fasern der Blätter und der Wurzel ihren Anfang nehmen, in dieser sowohl wie in dem Stamme das Gewebe in einem Mark- und Rinden-Theil trennend. Das erste, den Saamenlappen folgende Blatt erhält zwei Fiederblättchen, jedem später folgenden, mit einer immer gröfser werdenden Anzahl von Fiederblättchen versehenen Blatte gehen zwei unvollständige, schuppenartige Blätter voraus, die, ohne den verlängerten Blattstiel und die Fiederblättchen zu besitzen, in der Anordnung der Holzbündel keine Verschiedenheit von den vollständigen Blättern zeigen; nur die Verholzung dieser Gewebe ist in den schuppenförmigen Blättern geringer. Alle diese blattartigen Organe sind in einer Spirallinie um den Stamm geordnet, was wohl nicht der von Link früher (diese Verhandlungen 1843) ausgesprochenen Ansicht günstig ist, dafs die Schuppen die Deckblätter der gefiederten Blätter seien, welche daher die Bedeutung von Ästen besäfsen. Die Knospen, die sich an jungen Pflanzen zuweilen zu Blattknospen, an erwachsenen regelmäfsig(?) zu Blüthenknospen ausbilden, entstehen von dem cambialen Holzcylinder auf gleiche Weise wie ich es Taf. VII. b. von ***Podocarpus salicifolia*** gezeichnet habe.

Der Verlauf der Holzbündel zu den Blattorganen ist vollkommen der dicotylen Stammbildung entsprechend. Fast in dem ganzen Umkreise des Cambiumcylinders entstehen Spiralfasern, als Grundlagen der für ein Blatt bestimmten Holzbündel, alle wenden sich, ohne die geringste Krümmung durch das Mark zu machen, sogleich nach Aufsen in die Rinde, wo die von dem Blattstiele entfernteren einen wagerechten Bogen beschreiben. Durch

die ununterbrochen fortdauernde Bildungsthätigkeit der Zellen des Cambiumcylinders und die Umformung der gebildeten zu Fasern, wird hier eine ähnlich gebaute Holzschicht hervorgebracht wie die Coniferen sie besitzen; nur in der Art der Verdickung finden sich Verschiedenheiten, die sich indessen nach Mohl's Ansicht, der genaue, vergleichende Untersuchungen darüber anstellte, auf eine Grundform zurückführen lassen. Gleichzeitig mit der Holzbildung findet bei der *Zamia muricata* an der äusseren Seite des Cambiumcylinders eine Vermehrung des Rindengewebes statt, in welchem sich bei dieser Pflanze einzeln stehende Bastfasern, die hin und wieder wagerechte Scheidewände besitzen, und, ebenso wie in dem geringen Markgewebe, weite Gummigefäfse bilden: letztere sind verzweigt und sowohl die des Markes, wie die der Rinde verlängern sich in die Blätter.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich in dem Stamme von *Dion edule* Lindl. und *Cycas revoluta* Thunb. von denen ich einzelne, jüngere, lebende Pflanzen untersuchte, nur besitzen sie ein umfangreicheres Mark und die Bastbildung an der Rindenseite des Cambiums ist bei ihnen stärker, so dafs eine zusammenhängende Schicht dadurch hervorgebracht wird. Eigene Holzbündel, die Mohl in alten Stämmen von *Zamia* und *Cycas* fand, die mit dem inneren Cylinder in keiner Verbindung stehen und nach seiner Ansicht die Bildung des schon von anderen Beobachtern angegebenen zweiten, äufseren Holzcylinders veranlassen, sah ich in den von mir untersuchten Pflanzen so wenig wie den, vielleicht daraus hervorgehenden, Holzcylinder. In einem trockenen Stamme eines alten *Encephalartus caffer* Lehm. fand ich überdies die von Link, Mohl und früheren Beobachtern angegebenen Holzbündel des Markes, die vielleicht zum Theil Veranlassung gaben, dafs Richard und Decandolle diese Familie zu den Monocotylen stellten. Auf einem Querschnitte des *Encephalartus* macht allerdings die Vertheilung dieser einzeln im Marke befindlichen Holzbündel den Eindruck des monocotylen Baues, eine nähere Untersuchung ergiebt jedoch, dafs diese Bündel nicht von dem Holzcylinder (der Markscheide) ihren Anfang nehmen, dafs sie nicht den Bau der ursprünglich aus dem Cambium gebildeten, in die Blätter gehenden Bündel zeigen, da sie keine Spiralfasern besitzen, dafs sie ferner nur in die älteren Blattreste nicht in die jüngeren Blätter und Stammtheile sich verlängern: es erlauben daher diese Bündel durchaus keine Annährung der Cycadeen zu den Monocotylen mit deren Holzbündel sie nichts gemeinsam ha-

ben; nur eine mangelhafte Kenntnifs der Entwickelungsgeschichte konnte es möglich machen, dafs man diese Bündel, so wie die von dem cambialen Holzcylinder in die Blätter gehenden und die später entstehenden Schichten des Holzcylinders, alle mit der unbestimmten Benennung „Gefäfsbündel" bezeichnete. Mir drängt sich nach der Betrachtung meines todten, in den jüngeren Theilen des Markes leider nicht mehr der Untersuchung zugängigen *Encephalartus* die Vermuthung auf, dafs diese Holzbündel des Markes eine Umbildungsstufe der alten Gummigefäfse sei, in Folge einer auch bei anderen dicotylen Familien häufig eintretenden Zellenbildung in diesen Gefäfsen entstanden: hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Ernährung des Organismus, würden sie dann wohl mit dem im Marke der Asclepiadeen und Apocyneen vorkommenden Bastfasern zu vergleichen sein.

Der rein dicotyle Bau des Cycadeenstammes, hat hiernach nicht die geringste Ähnlichkeit mit dem des Palmenstammes oder der übrigen Monocotylen, und noch weniger mit dem des Farnstammes, dem er wegen der Form seiner Holzzellen und wegen der Knospenlage seiner Blätter verglichen wurde; die Ähnlichkeit in der letzteren ist überhaupt so geringe, dafs sie kaum diesen Vergleich rechtfertigt. —

Ebenso wie die Cycadeen wurden auch die Piperaceen wegen des verkannten Saamenbaues lange zu den Monocotylen gerechnet, denen sie auch noch jetzt hinsichts ihres Stammbaues zugezählt werden und von Unger, der sie am genauesten untersuchte (Bau des Dicotyl. 1840. p. 84.), als aus einem centralen Theile mit einer *vegetatio terminalis* und einem peripherischen mit einer *vegetatio peripherico-terminalis* zusammengesetzt, beschrieben sind. Dafs diese beiden Wachsthumsweisen in der Art wie Unger es darstellt (a. a. O. und Endlicher und Unger Grundzüge etc. 1845) überhaupt nicht vorkommen, habe ich schon in dem Vorhergehenden gezeigt und werde es durch die Entwickelungsgeschichte des Piperaceenstammes noch einmal zu beweisen haben.

Die neugebildeten Stengelglieder der holzigen Piperaceen bestehen, wie die ganzen, nicht verholzenden Stämme der Peperomien aus mehreren Kreisen von Holzbündeln (Taf. VI. 2.), zu denen, in den später verholzenden Stämmen, noch ein Kreis von Prosenchymbündeln kommt (2.b.) die aus Zellen bestehen, welche, so lange sie nicht verholzen, durch eine grofse Menge von Zwischenzellstoff von einander getrennt sind, der später beim Wachsen

derselben verschwindet (3. u. 4.). Diese Bündel stehen der Oberhaut zunächst, in ihrer Nähe beginnt die Bildung von Lenticellen die der Atmosphäre einen freien Zutritt zu dem Rindengewebe des Stammes vermitteln.

Die übrigen Holzbündel, von denen die äufsersten in dem holzigen Stamme zu einem fast zusammenhängenden Cylinder vereinigt sind, der das Gewebe des Markes von der Rinde trennt (Fig. 2. a.) bestehen aus Spiralfasern die durch Holzcambium von einander getrennt sind und aus Bastgewebe das an der Grenze des Parenchymes, besonders an der nach der Oberfläche und nach der Mittellinie gewendeten Seite, eine dickere Schicht bildet. Fig. 5. habe ich den Querschnitt einiger dieser Bündel von der *Artanthe flagellaris* Miq. gezeichnet. Das Bast- und Holz-Gewebe besitzt hier schon verdickte Wandungen; im Umkreise des letzteren besonders an der nach der Oberfläche gewendeten Seite des Bündels befindet sich zwischen Beiden eine Cambiumschicht die auch zwischen den verschiedenen Bündeln vorhanden ist: durch ihre Bildungsthätigkeit wird die Verdickung des Holzcylinders bewirkt. Fig. 6. stellte ich die jüngste Holzschicht eines älteren Stammes (Fig. 1.) dar, aus dem Cambium b. bildet sich neues Holzgewebe das weite Netzfasern einschliefst, während das zwischen den Bündeln befindliche Cambium zur Entstehung des Markstrahlenparenchymes Veranlassung giebt. — Man legt der Natur eine zu grofse Beschränkung auf, wenn man nur den Holzbündeln die Fähigkeit zugesteht, durch die Thätigkeit ihres Cambiums ihr Gewebe zu vermehren: auch der zwischen den Holzbündeln befindliche Rest des Cambium-Cylinders verharrt in der Zellenbildung, in deren Folge hier die grofsen Markstrahlen entstehen, in anderen Fällen gleichfalls zum Theil oder auch, wie wir es z. B. bei der *Banisteria* sahen, vorzüglich der Holzcylinder vermehrt wird.

Das Gewebe des Stammes ist nicht in seiner ganzen Länge gleichförmig gebildet, es finden sich vielmehr an den Abgangsstellen der Blätter ähnliche Krümmungen und Verzweigungen der Holzbündel, wie wir sie in den Knoten der Monocotylen kennen lernten. Der äufsere Kreis von Holzbündeln mit den in der Rinde befindlichen Bastschichten (2. b.) setzen sich fast vollständig in das nächst höhere Blatt hinein fort, nur das Bastgewebe, welches die nach der Oberfläche gewendete Seite des Holzbündels bedeckt, verläuft ununterbrochen aufwärts, in dem nächst höheren Stengelgliede die Stelle der Rindenbastbündel einnehmend, und in der oben beschriebenen Weise thätig.

Die Zergliederung der jüngsten Knospe läfst uns erkennen, dafs sich dies Bastgewebe zuerst von der Oberfläche des Cambiumcylinders sondert, nachdem in der Mittellinie schon Markparenchym sich gebildet und die ersten Spiralfasern in dem jetzt mehr bündelweise getheilten Cylindermantel auftraten, und zwar entstehen diese Fasern zuerst in dem Theile des Cambiums der die Stelle des, in das nächst untere Blatt eingetretenen Bündels zwischen Rinde und Mark einnimmt, dann erst zeigen sich die in den inneren Theilen des Cambiums entstehenden Spiralen, das durch gleichzeitige Parenchymbildung in einem gewissen Abstande von diesen Spiralen, in die Bündel des Markes von dem äufseren, mehr zusammenhängenden Cylinder gesondert wird. Es findet daher hier ein umgekehrtes Verhältnifs von dem in den Palmen und übrigen Monocotylen Beobachteten, in der Entwickelungsfolge der Holzbündel statt, denn dort erhielten in der Gipfelknospe zuerst, die der Mittellinie des Stammes näheren Bündel Spiralfasern, deren untere Enden in den äufseren Theilen des Stammes befindlich waren: hier, bei der *Artanthe* und den übrigen Piperaceen, sind es die äussersten Bündel des Stammumkreises, in denen zuerst die Spiralfasern auftreten und deren unteres Ende, wie man sich durch Längenschnitte überzeugt, eben jene in dem Marke des nächst unteren Stammgliedes befindlichen Bündel sind. — Durchschneidet man nämlich eine eben sich entwikkelnde Gipfelknospe in der zwei Holzbündelkreise sich befinden, so erkennt man alle diese Verhältnisse an einem oder wenigen Abschnitten. Die mittleren Holzbündel wenden sich an der Trennungsstelle eines Blattes nach Aussen, nehmen die Stelle der zwischen Mark und Rinde befindlichen, jetzt in das Blatt eintretenden Bündel ein, während gleichzeitig neben ihnen andere Spiralfasern erscheinen, die in senkrechter Richtung sich verlängernd, den inneren Kreis in das nächst höhere Stengelglied fortsetzen. So durchläuft hier jedes Holzbündel zwei Stengelglieder, während in den Stammtheilen, wo 3 oder 4 Kreise von Bündeln sich befinden, dieselben auch eine entsprechende Anzahl von Stengelgliedern durchziehen werden. Es ist ein ganz ähnliches Verhältnifs wie wir es bei den Farnen p. 122. und Lycopodien p. 120. kennen lernten, und erinnert an den oberen Abschnitt des Holzbündels der *Tradescantia* p. 106. und der ähnlich gebauten Monocotylen, nur dafs bei letzteren der untere Abschnitt des Holzbündels wieder einen Bogen nach Aufsen macht, hier derselbe den inneren Kreis bildet. — Einigermafsen

erinnert noch dieser Verlauf der Holzbündel der Piperaceen an den Bau des palmenartig scheinenden Stammes der Papayaceen, insofern auch bei diesen die unteren Abschnitte der in der Nähe der Mittellinie desselben beginnenden Holzbündel, nicht in einen sondern in mehrere concentrische Kreise geordnet (richtiger: nicht einen Cylinder, sondern mehrere ineinandergeschobene, umgekehrte Kegel bilden) und in parenchymatischem Zellengewebe vertheilt sind, freilich giebt sich dies Gewebe nicht nur durch Zeit und Ort seiner Entstehung, was auch bei den Piperaceen der Fall ist, als zum Holzcylinder gehörend zu erkennen: sondern auch die ihm später eigene Form spricht für die, von dem gleichfalls vorhandenen Markparenchyme verschiedene Natur, es fehlt nur die Verholzung der Häute um demselben die gewöhnliche Eigenschaft des Holzes zu geben. Auch bei diesen Papayaceen dauert nur in der äufsersten Schicht des Cambiumcylinders die Zellenbildung fort, in deren Folge, höchst eigenthümlich, nur die Bastschicht der Rinde vermehrt wird, welche in alten Stämmen als ein fester verholzter Cylindermantel das parenchymartige Holzgewebe umgiebt, während bei den Piperaceen aus dem peripherischen Cambium eine regelmäfsige Holzbildung an der inneren Seite desselben erfolgt. Zwar bleibt bei ihnen auch das den inneren Holzbündelkreisen zunächst befindliche Cambium noch einige Zeit in Thätigkeit, doch habe ich nicht gesehen, dafs bei einer Piperacee dadurch eine so vollständige Vereinigung der verschiedenen Holzbündelkreise zu einem Holzcylinder hervorgebracht würde, wie es bei einigen Nyctagineen, die sich hinsichts der Vertheilung der Holzbündel wie auch die Amaranthaceen und Chenopodeen den Piperaceen ganz gleich verhalten, z.B. in den verholzenden Stämmen der *Boerhavia*, *Pisonia* geschieht. Diese Holzcylinder sind dann in mehrere, der Anzahl der Bündelkreise entsprechende Schichten durch geringes Cambium gesondert, eine Erscheinung, die einigen Zuständen der Schlingpflanzen, die wir oben betrachteten ähnlich, jedoch wie die Entwikkelungsgeschichte zeigt, von gänzlich verschiedener Bedeutung ist.

Der innerste Holzbündelkreis des Stammes der Piperaceen, Nyctagineen, Amaranthaceen etc. der in den ersten Stengelgliedern der jüngsten Pflanze in dem einzigen Cambiumcylinder liegt, und der sich in die Wurzel[1] verlängert, wo er in Folge der Thätigkeit dieses Cambiums dem Holz-

---

[1] Die einzeln im Rindengewebe des Stammes der verholzenden Piperaceen befind-

cylinder unmittelbar angrenzt, der denselben Bau zeigt, wie die in dem oberirdischen Stamme die oberen Abschnitte der Holzbündel vereinigende Holzschicht: — ist also der Markscheide (*corona* Hill) gleichzustellen, die wir oben als die regelmäfsige Grundlage des Holzcylinders auch bei den Monocotylen und Farnen wiederfanden und daher kurz als Holzcylinder bezeichneten. Bei mehreren Farnen (p. 122) lernten wir eine Anordnung der Holzbündel in dem Stamme kennen, die nur wegen der Beständigkeit der einmal ausgebildeten Gewebe, wegen der Eigenthümlichkeit in der Knospenbildung, einfacher blieb und leichter zu übersehen war, sonst die gröfste Ähnlichkeit mit der ursprünglichen Anordnung der cambialen Holzcylinder des Piperaceenstammes etc. zeigte: in diesen dicotylen Stämmen hat man die unteren Abschnitte der verschiedenen, mehrere Stengelglieder durchziehenden, in den Blättern endigenden Cylinder von Holzbündeln von dem die oberen Abschnitte aller dieser Holzbündel vereinigenden Cylinder der Holzschicht anatomisch und physiologisch zu unterscheiden, die sowohl die Wurzel wie die ganze Länge des oberirdischen Stammes ununterbrochen in Mark und Rinde trennt.

Die Verwechselung anatomischer und physiologischer Erscheinungen in den Lebensverhältnissen der Pflanze, der Mangel einer genaueren Kenntnifs der Entwickelung und Anordnung der verschiedenen Gewebe und deren daraus zu erschliefsende Bedeutung für den Organismus, der Fehlgriff alle verholzten Zellen- und Faser-Gruppen, unter der gemeinschaftlichen Benennung „Gefäfsbündel", für gleichwerthig zu halten: sind die Ursache, dafs man seit Desfontaines's Arbeiten in so grofse Irrthümer bei der anatomischen

---

lichen Bastbündel, bilden in der Wurzel einen zusammenhängenden Cylindermantel als Aufsenrinde derselben. An der Wurzelspitze wird die Schicht cylinder- oder spindelförmiger Zellen von einem Gewebe polyedrischer Zellen der Wurzelmütze überzogen; die Zellen der Rindenoberhaut wachsen zu Haaren aus, nachdem die Wurzelmütze sich von ihnen gelöst hat. Das Mark besteht in der jungen Spitze aus Cambium, später aus polyedrischen Zellen mit Stärke gefüllt und punktirt verdickt. Das Vorkommen des Markgewebes, das Link überall leugnet, Schleiden überall behauptet, ist häufig bei den Dicotylen wie bei den übrigen Abtheilungen nur durch ein geringes Cambiumgewebe angedeutet, in anderen Fällen als unzweifelhaftes Parenchym vorhanden: oft fand ich an derselben Pflanze in verschiedenen Wurzeln beide Formen, deren Erscheinen wohl nur von der Gesammtthätigkeit aller Gewebe der Wurzel abhängig ist, wie ich dies schon für die Palmen durch die Beschreibung der *Iriartea* gezeigt habe. —

Betrachtung und Eintheilung der Pflanzenwelt verfiel, die natürlich über die Thätigkeit der Organe derselben nur Mifsverständnisse verbreiten konnte, besonders da man seit Dutrochet ein dem Gestaltungsprocefse unmittelbar entgegengesetztes Verhalten der Materie, die Diffusion, zu ihrer Erklärung benutzte.

Dafs Unger nicht nur eine *vegetatio peripherico — terminalis* in dem Stamme der Piperaceen findet, indem er diese Irrthümer nicht vermied, sondern aufserdem noch, höchst wunderbar, eine *vegetatio terminalis* einzelnen Theilen desselben zuschreibt (a.a.O.p.84.) ist um so merkwürdiger, da er noch kurz vorher p.82, indem er den Piperaceën wie allen übrigen Gewächsen ein unbegrenztes Wachsthum abspricht, es für eine Täuschung ausgiebt, „dafs „hier in Folge des Wachsthumes eine fortwährende Ausbildung neuer Inter„nodien stattfinde; indem das was häufig als unmittelbare Fortsetzung des „Stammes erscheint, nichts als ein Ast ist." — Da diese Ansicht Ungers schon von mehreren Schriftstellern angenommen wurde ist es wohl nothwendig, derselben hier meine Beobachtungen entgegenzustellen. Das Wachsthum des Piperaceenstammes geht von einem Blatte zum andern in länger unterbrochenen Zeitabschnitten vor sich, indem der Entfaltung eines Blattes die langsame Entwickelung des nächst höheren Stengelgliedes und Blattes folgt, während sich neben der im Wachsthume sehr gehemmten Gipfelknospe gleichzeitig mehrere Seitenknospen bilden, deren Entwickelung derjenigen der Gipfelknospe anfangs bedeutend vorauseilt, die daher während des Entwickelungszustandes des Blattes von jenen überragt, und leicht übersehen wird. In dem gipfelständigen Blattgrunde des blüthentragenden Stammes der Artanthe z. B. finden sich aufser der aus einer Blattanlage bestehenden, ganz unentwickelten Gipfelknospe zwei Seitenknospen in die sich der äufsere Cambiumcylinder des Stammes und das Markgewebe desselben (ähnlich den Knospen des Podocarpus T. VII. Fig. 6.) zugleich mit cambialen Holzbündeln hineinverlängern, deren eine, in der Blattachsel befindliche, zur Blattknospe und deren andere ihr gegenüberstehende zur Blüthenknospe sich ausbildet; doch wird jene regelmäfsig in der Entwickelung gehemmt, wenn diese in derselben nicht unterdrückt ist. — Aus dem untersten Blattwinkel der achselständigen Blattknospe tritt fast gleichzeitig mit dieser eine 4te Knospe, eine Seitenknospe zweiten Grades auf, die gleichfalls regelmäfsig nicht zur Entwickelung kommt so lange die Gipfelknospe des Stammes fortwächst.

Es gehören also die Piperaceen in die Reihe der Gewächse, deren Vegetationsorgane in ununterbrochener Folge sich entwickeln, wie wir es bei den Palmen und Farnen sahen. Ein Blatt nach dem andern bildet sich aus der durch innere Zellenbildung fortwachsenden Gipfelknospe des Stammes hervor, und steht mit diesem in dem innigsten Verbande, in der unmittelbarsten Wechselwirkung, durch Elementarorgane die in einer bestimmten, der Blattanlage entsprechenden Aufeinanderfolge in dem Cambiumcylinder des Stammes, dem Marke zunächst, entstehen und in der Blattspitze enden. Alle Gewebe des sich entwickelnden Stammes scheinen in Bezug auf die Blattbildung thätig zu sein alle mit denen des Blattes in Verbindung zu stehen, mit Ausschlufs des innersten Markcylinders der allein zur Verlängerung der Gipfelknospe, einer Vereinigung von unentwickelten Blattanlagen, in der er endet zu dienen scheint, wefshalb Casp. Fried. Wollf in seiner berühmten *theoria generationis* §. 73. sagen konnte *„Truncus est continuatio petiolorum omnium junctorum. Oritur elongatione simplici axeos medullaris"* etc. Wenn wir nun auch in Folge einer genaueren Kenntnifs der Entwickelungsgeschichte des Stammes und der Äste aus dem Keimlinge und der Knospe und in Rücksicht auf die selbstständige Fortbildung des später verholzenden Stammes nicht geneigt sein werden, unbedingt die beiden zu sehr vernachlässigten Aussprüche dieses grofsen Mannes zu wiederholen: so lehren uns doch die Entwickelungserscheinungen des Blattes und Stammes wie befriedigend die Vorstellung dieses einfachen Bildes ist, und lassen uns ahnen, wie folgenreich für die Erkennung der Ernährungsvorgänge des pflanzlichen Organismus es werden kann. Wir können diese, der Anlage nach unbegrenzt fortwachsenden Stämme als die vollkommneren Bildungen einer Formenreihe des Pflanzenreiches betrachten, deren einfachere Entwickelungsstufen wir in den Gruppen der wurzellosen Pflanzen (*plantae cellulares*) ausgeführt sehen und dieser Entwickelungsreihe eine andere zur Seite stellen, die, erst in den später unseren Planeten belebenden Schöpfungen auftretend, an jedem Einzelwesen eine Stufenfolge von Blattentwickelungen zeigt die C. F. Wollf in seinem unsterblichen Werke (a. a. O. §. 104. 106. 114. etc.) schon als die Wirkung veränderter Ernährungsverhältnisse ansieht, welche das Leben jedes Stammes gesetzmäfsig abschliefst, indem Organe auftreten, die nicht zu seiner Ernährung beitragen, sondern die Erzeugung neuer Keime zur Erhaltung der Art bewirken. Den einfachsten Ausdruck einer solchen Blumenpflanze deren

Vorbild Göthes dichterische Darstellung mehr allgemein anschaulich machte, wie es Wollfs gelehrte Untersuchungen vermochten, finden wir in der Abtheilung der Gewächse die eine Pfahlwurzel nicht nur regelmäfsig entwickeln, sondern auch meistens während des ganzen Lebens erhalten, diese geben uns in ihren vollkommneren Organisationen das reinste Bild eines durch seine innere Entwickelung in sich abgeschlossenen pflanzlichen Organismus.

Sicher ist dies Verhältnifs der Wurzel zum oberirdischen Stamme von dem gröfsten Einflusse auf die Entwickelung des letzteren. In der Abtheilung der Monocotylen, wo die an dem sich entwickelnden Keimlinge vorhandene Pfahlwurzel gesetzmäfsig von sehr kurzer Dauer ist, und durch Wurzeln ersetzt wird, die aus den jüngeren Stammtheilen sich hervorbilden, ist eine Entwickelungsweise des Stammes Regel die bei den eine Pfahlwurzel entbehrenden Pflanzen Gesetz wird, und an die Wachsthumsweise der gänzlich wurzellosen Gewächse erinnert. Unter günstigen, äufseren Verhältnissen führen uns die Organismen dieser Abtheilung durch die ununterbrochen wiederholte Entwickelung von Vegetationsorganen ein lebendiges Bild der **Unsterblichkeit des Einzelwesens** vor.

Beide Reihen, mit Ausschlufs der einfachsten Formen jener wurzellosen Gewächse, kommen darin überein, dafs in einem bestimmten Abstande von der Mittellinie der Stammachse, (wohl nie in dieser Linie selbst) gleichzeitig entstehenden Erhebungen der Oberfläche der Stammspitzen entsprechend, Fasern durch Vereinigung einfacher Zellenreihen gebildet werden die sich in diese Oberflächenausbreitungen des Stammes, die Blätter, hinein fortsetzen und in ihnen enden und zwar wie aus den mitgetheilten Untersuchungen hervorgeht, indem sie bei den Monocotylen sich anfangs der Mittellinie nähern, bei den übrigen Faserpflanzen nur nach Oben und Aussen eine Krümmung beschreiben.

Aufser dieser verschiedenen Anordnung des Faser- und Zell-Gewebes findet eine Verschiedenheit hinsichts des Ortes der Entstehung der in eine Blattanlage sich hinein verlängernden Faserbündel zwischen Dicotylen und Monocotylen so wenig statt, wie sie nach unseren früheren Untersuchungen p. 134, bei den Farnen eine von diesen beiden Gruppen abweichende, eigenthümliche ist.

Die Annahme einer *vegetatio peripherico-terminalis* im Sinne Ungers und seiner Nachfolger ist eine Folge der Unbekanntschaft mit dem Entwi-

ckelungsgange der verschiedenartigen Gewebe des Pflanzenkörpers und zunächst begründet in der Verwechselung der verholzten Faserbündel und Zellenschichten die zu dem Holzcylinder in der Regel vereinigt sind.

Nicht in Bezug auf den Ort des ersten Auftretens der Faserbündel findet ein Unterschied in den von Mohl und Unger aufgestellten Vegetationsgruppen des Pflanzenreiches statt, sondern in der späteren Ausbildung der Gewebe, die mit der abweichenden Bildung und Thätigkeit der Gewebe des Blattes und der Wurzel so wie mit der Wechselwirkung dieser Organe wie der des Rinden- und Mark-Gewebes zusammenhängt.

Nur eine gewissenhafte, gründliche Erforschung der Entwickelungserscheinungen eines jeden Gewebes des pflanzlichen Organismus, gegründet auf die genaueste Kenntnifs der Lebensthätigkeit ihres Grundbestandtheiles, der Zelle, wird das richtige Verhältnifs der Ernährungs- und Wachsthums-Weise der Gewächse aus den verschiedenen Entwickelungsstufen des Pflanzenreiches und die Bedeutung ihrer Organe kennen lehren: sie nur wird uns auf die einfachen Gesetze führen, die der Schöpfer dem sich gestaltenden Stoffe unterlegte, durch ihre Vermittelung wird sich uns die jetzt unübersehbare Mannigfaltigkeit der organischen Formen als eine einfache Folge des Zusammenwirkens weniger Grundbedingungen zu erkennen geben und uns diese zahllosen Gestalten als die nothwendigen, eng verbundenen, einem Entwickelungsgesetze entsprechenden Glieder eines harmonischen Ganzen übersehen lassen.

# Erklärung der Kupfertafeln.

## Taf. I.

Fig. 1 bis 5. die *Iriartea praemorsa* Klotzsch.

Fig. 1. Eine ausgewachsene, halbreife Frucht in doppelter Gröfse der Länge nach durchschnitten. *A.* Anheftungspunkt derselben an dem Blumenstiel, *B.* Abschnitt des Kelches, *C.* der Blumenkrone, *D.* die Griffel, *E.* der Saamennabel, *a.* die Fruchtschaale, *b.* Saamenschaale, *c.* Gewebe des Kernes, *d.* das in dem Keimsacke gebildete Eiweifs in der Vermehrung des Gewebes begriffen, *e.* der Rest der Höhle des Keimsackes, *f.* die Anlage des Keimlinges dessen oberes, verdicktes Ende schon innerhalb des Eiweifses befindlich, während das untere auf diesem Längenschnitte bis in die Fruchtschaale zu verfolgen ist.

*d'* Das Gewebe des Eiweifses *d.* 250 mal vergröfsert; die jüngeren Zellen sind in den älteren immer zu zweien vorhanden. —

*f'* Ein Theil des Gewebes des Keimlinges 250 mal vergröfsert.

Fig. 2. Eine fast reife Frucht in natürlicher Gröfse. Das Eiweifsgewebe *d.* füllt den Keimsack gänzlich aus, die Wandungen der Eiweifszellen sind punktirt verdickt mit Ausnahme derjenigen die den Keimling zunächst umgeben *d'*; hier besitzen sie feine, durchsichtige Häute und enthalten in einer klaren Flüssigkeit einen scharfgeranderten; dunklen Zellkern.

*d''* Das Eiweifsgewebe *d'* 250 mal vergröfsert.

*d'''* Ein Theil des Eiweifses aus der Grenze von *d* und *d'* nach der Färbung mit Jod in 250 facher Vergröfserung gezeichnet. Unmittelbar an die stark punktirt verdickten Zellen des hornigen Eiweifses, grenzt ein zartwandiges Gewebe das innerhalb sehr feiner Tochterzellen, sehr zarte, durchsichtige Bläschen enthält, die zum Theil erst nach der Berührung des Jodes deutlich hervortreten.

*f'* Ein Längenschnitt des aus dem Eiweifse herausgenommenen Keimlinges der noch nicht ausgewachsen, an der Spitze *y* des Saamenlappens in bedeutender Zellenvermehrung begriffen ist. Spiralfasern oder Andeutungen davon sind noch nicht vorhanden. Die ersten Blattanlagen sind ungewöhnlich stark entwickelt.

Fig. 3. Ein reifer trockner Saame der Länge nach durchschnitten. *f.* der Keimling.

*f'* Derselbe vergröfsert, man sieht die Anlage der Spiralfasern die in einem cambialen Holzgewebe befindlich, sich von *z* nach der Spitze *y* des Saamenlappens und in die entgegengesetzte Spitze (das Würzelchen) verlängern. An der innern Seite des Cambium-Cylinders an der Grenze des Würzelchens und Saamenlappens (*z*) nehmen die Spiralen die sich in die Blattanlagen verlängern, ihren Anfang.

*f''* Derselbe Keimling genau in der Mittellinie durchschnitten, wodurch ein dünnwandiges, grofszelliges Gewebe *v* in gröfserer Ausdehnung sichtbar wird, dafs sich vor der Wurzelspitze befindet.

Fig. 4. Ein keimender Saame, *β.* die Pfahlwurzel, aus der Scheide *x*, der Verlängerung des Saamenlappenstieles, hervorbrechend, die das junge Pflänzchen umhüllt.

*b* Derselbe durchschnitten, *α.* der Saamenlappen dessen Holzbündel mit denen der jungen Pflanze in Verbindung stehen, und sich unmittelbar in das Würzelchen, die Pfahlwurzel, *β.* verlängern. Man sieht wie die, in den Stamm und in die Blätter der jungen Pflanze sich vertheilenden Holzbündel aus der Gegend *z* ihren Anfang nehmen.

*d'* Einige Eiweifszellen aus der Nähe des sich vergröfsernden Saamenlappens. Die Tochterzelle ist von der verdickten, jetzt zum Theil resorbirten, Wandung der Mutterzelle entfernt. Die in ihr befindliche dritte Zelle (der Zellkern) etwas vergröfsert und mit einer trüben Flüssigkeit angefüllt.

Fig. 5. Eine junge noch mit dem Saamen zusammenhängende Pflanze, der Länge nach durchschnitten. Das Eiweifs *d.* ist fast gänzlich durch den Saamenlappen *x.* verdrängt.

Fig. 6. Ein junges Pflänzchen der *Klopstockia cerifera* Karst. *x* der hier etwas verlängerte Stiel des Saamenlappens.

*x'* Der Querschnitt von *x* in doppelter Gröfse.

## Taf. II.

Fig. 1. *a* und *b*. Die jüngste Blattanlage der *Chamaedorea gracilis* Willd. die Spitze des Stammes umgebend von verschiedenen Seiten gesehen. Die eine Seite dieser ringförmigen Blattanlage ist mehr wie die übrigen vergröfsert und läfst an der rinnig-vertieften Oberfläche die Andeutungen der Blattfiedern erkennen.

Fig. 2. Eine ähnliche Blattanlage der *Iriartea praemorsa* Kl. *a* die Stammspitze.

Fig. 3. Die folgende, ältere Blattanlage, sowohl die Stammspitze wie das nächst jüngere Blatt bedeckend, dessen Spitze (*a*) dort hervorsieht, wo man an dem jüngeren Blatte die Stammspitze erkennen konnte, es ist die Öffnung der Blattscheide die durch Verlängerung des ursprünglichen ringförmigen Wulstes entstand. An den Rändern des kegelförmigen Blattstieles (*b*) bemerkt man die ersten Andeutungen der Blattfiedern als kleine warzige Erhebungen.

Fig. 4. Das nächst ältere Blatt, dessen Ränder mit den warzigen Hervorragungen sich so weit vergröfsert haben, dafs die obere Fläche des Blattstieles *b* durch sie ganz überwachsen und bedeckt ist; in doppelter Gröfse. Die Öffnung der Blattscheide erscheint als schmale Querspalte *c*.

Fig. 5. Das nächst ältere Blatt in natürlicher Gröfse. Noch deutlicher wie in der vorigen Figur treten hier die, von gröfseren, stärker verholzten Zellen gebildeten Gewebe des später abfallenden, leicht zerbrechlichen Blattrandes und der Blattspitze hervor.

*r* ein Theil der Blattfiedern, mit den Blatträndern noch zusammenhängend, etwas vergröfsert gezeichnet.

Fig. 6. Querschnitt eines Theiles der Anlage einer Blattstielbasis der *Klopstockia* nahe der Trennung von dem Stamme, in natürlicher Gröfse. In dem mittleren cambialen Holzbündel (*a*) des das innere Parenchym des Blattstieles umgebenden Kreises,

welches, aus dem inneren Marke des Stammes kommend, den Blattstiel der Länge nach bis in die abfallende Spitze durchzieht, erscheint zuerst eine Spiralfaser, dann in den beiden benachbarten Bündeln desselben Kreises und in den, diesen folgenden. Erst später treten auch in den übrigen, mehr nach aussen befindlichen Bündeln *b*. Spiralen auf.

Fig. 7. Eine Blattstielspitze der *Önocarpus utilis* Kl. nachdem der Blattrand abgeworfen von oben gesehen. Das Gewebe von 8 Holzbündeln ist zu einem einzigen vereinigt, das ringsum von Parenchym umgeben ist. Das Bastgewebe ist an der oberen Seite des Bündels zu einer Schicht (*a*) vereiniget; die Fasern und Gefäfse sind der eindringenden Luft geöffnet.

Fig. 8. Querschnitt eines Holzcylinders aus dem unteren, in der Knospe eingeschlossenen Theile des Blattstieles eines noch nicht entfalteten Blattes der *Oenocarpus utilis*; die Spiralfaser (*a*) und die vor derselben stehenden Treppenfasern besitzen schon verdickte Wandungen. Die weiten Gummifasern (*b*) sind, Gefäfsen ähnlich, von einer Zellenschicht umgeben, die einen weniger klaren Saft enthalten wie die übrigen Bast- und Holz-Zellen, die den gröfsten Theil des Bündels ausmachen. Das Cambium ist auf zwei Gruppen (*c*) beschränkt, die, kleine Bündel bildend, in dem äufseren, nach der Oberfläche gerichteten Theile des Holzbündels sich befinden. Das Zellgewebe des Blattstieles enthält Stärke.

Fig. 9. Ein ähnlicher Querschnitt aus dem oberen Theile desselben Blattstieles. Das Zellgewebe enthält hier keine Stärke mehr; das Holz- und Bast-Gewebe hat verdickte Wandungen bekommen. Die beiden Cambium-Bündel (*c*) enthalten jetzt einen klaren, durchsichtigen Zellsaft. Die Häute der Zellenschicht, die die Gummifasern *b*. zunächst umgiebt, sind verholzt, und, nach der Ausdehnung der Fasern, zusammenliegend, wodurch jene von einer einfach verdickten Haut gebildet zu sein scheinen. Aufser durch die Entwickelungsgeschichte erkennt man indessen an den netzförmigen Verdickungsschichten der scheinbar einfachen Scheidewand die Entstehung derselben aus einem Zellgewebe.

Fig. 10. Querschnitt einer Blattfieder der *Klopstockia* aus der Knospe. Die äufserste Zellenschicht der unteren Blattoberfläche bildet Haare, die sich bei der Entfaltung des Blattes von der eigentlichen Oberhaut trennen und am längsten dort mit derselben zusammenhängt, wo sie die Holzbündel bedeckt. Spaltöffnungen sind zu dieser Zeit noch nicht vorhanden. Zunächst unterhalb der Oberhaut befindet sich eine Schicht cambialer Zellen, denen des Holzbündels ähnlich, das Zellgewebe enthält wenig Stärke. Die Gummifasern zeigen sich als erweiterte Zellenreihen.

Fig. 11. Ein ähnlicher Querschnitt von einem älteren, schon entfalteten Blatte. Das Cambium unterhalb der Oberhaut ist in Bastzellen verändert, ausgenommen an der Stelle, wo die Haare länger mit der Oberhaut zusammenhingen, und wo nach dem Abfallen derselben bei *a* Spaltöffnungen sich bildeten. Das Zellgewebe enthält Chlorophyll. Die Holzbündel sind vollkommen ausgebildet.

## Taf. III.

Fig. 1. Der Längenschnitt einer jüngeren Pflanze der *Iriartea praemorsa* Kl; bei *a.* bilden sich in dem Rindengewebe die Blattanlagen einer Knospe, deren Holzcylinder von demjenigen des Stammes beginnt und in die hinein, Holzbündel sich verlängern, die von der innern Seite des letzteren sich trennten und das Mark des Stammes durchkreuzten. Bei *b* sieht man eine junge Wurzel noch in der Rinde des Stammes, die keine Stärke enthält, befindlich. Das Gewebe der Wurzelmütze ist in den äufseren Zellenschichten die zunächst an die Rinde des Stammes grenzen mit einem gummiartigen Schleime angefüllt (durch Jod braun durch Eisensalze grünlich braun gefärbt, durch neutrales- und drittelessigsaures Bleioxyd gefällt). Die inneren Zellenschichten der Wurzelmütze enthalten Stärke, die der Wandung der Tochterzelle anklebt. Ebenso ist das Markgewebe des Stammes mit Stärke angefüllt und nach dieser Seite hin liegt auch die Stärke in den Zellen der Wurzelmütze, so wie auch die Richtung der parallelen Zellenreihen der Mittellinie, dieser letzteren nach eben dieser Seite hin gewendet, und die Bildung der Gewebe der Wurzelfaser hieher etwas vermehrt ist. Es deuten alle Erscheinungen im Bau der jungen Wurzel darauf hin, dafs von der Seite des Markes her die Ernährung der Gewebe stattfand, und vielleicht aus diesem Grunde wächst die Wurzel eine lange Strecke im Rindengewebe abwärts, neben dem Holzkörper hin, erst dort hervortretend, wo die Rinde sehr dünn wird.

Fig. 2. Ein Querschnitt der ersten durch Verlängerung des Keimlinges entstandenen Wurzel, der Pfahlwurzel, der *Iriartea praemorsa* 180 mal vergröfsert. *h.* die äufserste, das Rindengewebe begrenzende Schicht verholzter Zellen, *m.* die mittleren: beide spindelförmig, mit verdickten Wandungen; *c.* der Rest des Cambiums von derselben Form wie das benachbarte Gewebe doch dünnwandig, es ist durch radiale Reihen von Holzfasern, mit punktirten oder leiterartig-verdickten Wandungen, in einzelne Bündel getheilt. In der Rinde befinden sich erweiterte, verticale Zellenreihen *g* die hier noch nicht zu Fasern vereinigt ist. In den verholzten Faserzellen *b.* waren zum Theil Raphiden; die Querscheidewände dieser Zellenreihen der künftigen Bastfasern, waren nicht verdickt, doch auch jetzt noch nicht resorbirt.

Fig. 3. Ein Querschnitt einer sehr dicken Wurzel des Stammes derselben Pflanzenart, nicht vergröfsert. Die Holzbündel *f.* bilden auf diesem Schnitte einen Stern mit zweitheiligen Strahlen. Im Marke befinden sich Gummifasern *g.* von Bastzellen umgeben.

Fig. 4. Längenschnitt der Spitze einer anderen, ähnlichen Wurzel, die noch nicht die Erdoberfläche erreicht hatte. *a.* Das Cambium das sich nach Aussen in das Gewebe der Wurzelmütze, nach Innen in die verschiedenen Gewebe (der Oberhaut *o.* der Rinde, des Holzes *c.* und des Markes) verändert.

Fig. 4. *a.* und Fig. 4. *b.* Die jüngsten Zustände einer Gummifaser des Markes.

Fig. 4. *c.* Ein Theil des Längenschnittes Fig. 4. aus der Gegend *x.* 180 mal vergröfsert.

*γ.* die Zellen der Wurzelmütze zum Theil von ihrem Inhalte entleert und sich abtrennend, *o.* die Zellen der Oberhaut, *b.* die mit Raphiden angefüllten senkrechten Zellenreihen der Rinde, die sich später in Bastfasern umändern.

Fig. 4. *d.* Die Oberhautzellen des älteren Theiles einer Wurzel, im Längenschnitte 180 mal vergröfsert. Die Wandungen derselben, besonders die äufsere, freie Oberfläche ist verdickt.

Fig. 4. *e.* Dieselben Zellen von oben gesehen.
Wachsen die Wurzeln in einer Stickstoff (Ammoniakverbindungen) enthaltenden Flüssigkeit so besitzen diese Oberhautzellen eine cylindrische Form in der Richtung der Zellen *γ.* Fig. 4. *d.*

Fig. 5. Ein Theil des Querschnittes eines beim Keimen ausgewachsenen Saamenlappenstieles der *Phoenix dactylifera.* Die Holzbündel bilden in demselben einen nicht geschlossenen Cylinder; in dem Parenchyme befinden sich viele grofse Luftlücken die eine Luftart enthalten, die durch Ammoniaklösung nicht absorbirt wird, während die Zellenhöhle später Kohlensäure enthält. —

## Taf. IV.

*Colocasia esculenta* Schott.

Fig. 1. Ein Längenschnitt des knollenförmig verdickten, unterirdischen Stammes. Der Holzcylinder *a* trennt das Parenchym in einen bedeutenden Marktheil und einen geringeren Rindentheil. In dem ersteren durchkreuzen sich mannigfach die von dem Holzcylinder getrennten, für die Blätter bestimmten Holzbündel.

Fig. 2. Ein Querschnitt desselben Theiles. An einzelnen Stellen des Holzcylinders *a* zeigen sich Erhebungen desselben nach der Oberfläche zu, die Andeutungen von Knospen oder Wurzeln.

Fig. 3. Ein Theil dieses Querschnittes mit dem Holzcylinder *a.* 250 mal vergröfsert. Die Zellen des Markes und der Rinde enthalten Stärke. Die mittlere Schicht des Holzcylinders besteht aus punktirt-verdickten Zellen, die von dem Mark und der Rinde durch Cambium-Zellen getrennt sind; ein Bündel derselben, eine Spiralfaser umgebend, trennt sich von dem Cylinder in das Mark hinein.

Fig. 4. Ein Längenschnitt des Holzcylinders in der Richtung der Secante. Man sieht wie die Anfänge der Holzbündel netzartig in demselben vertheilt sind.

Fig. 5. Ein Längenschnitt der Spitze eines jungen noch in der Basis des älteren eingeschlossenen Blattes. Die Fasern des Holzbündels der Mittelrippe, von Cambium umgeben, enden in dem Stärke enthaltenden Blattparenchym. Auch die Zellen der Epidermis, die bis zur Spitze Spaltöffnungen besitzen, sind zu dieser Zeit mit Stärke angefüllt.

Fig. 6. Ein Längenschnitt der Anlage einer Wurzel (Querschnitt eines Stammes) an der äufseren Seite des Holzcylinders durch Vermehrung der Cambiumzellen desselben entstanden. Die Spitze *b* des Cambiumkegels *a* ist in Parenchym verändert, zwischen beiden befindet sich das, in der Zellenvermehrung begriffene Cambium *c* aus

dem die verschiedenen Gewebe für den Holzcylinder *a*, die Wurzelmütze *b*, die Rinde der Wurzel, die eine Fortsetzung der Rinde des Stammes bildet, und deren Epidermis *d* hervorgehen. Das Rindengewebe des Stammes wird vor der Wurzelmütze verflüssigt und von dieser aufgesogen.

Fig. 7. Ein ähnlicher Längenschnitt einer etwas älteren Wurzelanlage. In dem Holzcylinder treten schon Spiralfasern auf, die von dem Cambium des Holzcylinders des Stammes ihren Anfang nehmen, sich sowohl über diesen ausbreitend, wie besonders in die junge Wurzel sich verlängernd.

Fig. 8. Die äufsersten Zellschichten der Wurzelmütze einer noch innerhalb der Rinde des Stammes befindlichen Wurzel. Das Gewebe der Wurzelmütze *b* enthält eine trübe, durch Jod gelb gefärbt werdende Flüssigkeit in der sich Bläschen und Zellkerne befinden. Das Rindengewebe des Stammes enthält etwas Stärke und Chlorophyll; einzelne Zellen grofse Krystalldrusen. In der Nähe der Wurzelmütze verlieren sich jene Absonderungsstoffe nur eine körnige trübe Flüssigkeit ist in den Zellen enthalten, welche gleichfalls in der unmittelbaren Nähe der Zellen der Wurzelmütze aufgesogen wird, während auch die Häute der Zellen selbst, theilweise zerstört, zusammenfallen und allmählich aufgelöst werden. Nur die Krystalle widerstehen länger dieser auflösenden Wirkung, man findet meistens eine gröfsere Anzahl derselben aufserbalb der hervorwachsenden Wurzelmütze. —

## Taf. V.

Fig. 1. Ein Längenschnitt des unterirdischen Stammes der Maranta *bicolor Arrab.* mit einem Theile des Schaftes und der diesen umhüllenden Blätter. — Sehr deutlich sieht man bei dieser Pflanze, dafs der in dem Wurzelstocke befindliche Holzcylinder, von dem die Holzbündel ihren Anfang nehmen, sich nicht in den Schaft hinein verlängert, sondern an der Grenze desselben endet, nur die Holzbündel setzen sich in jenen fort, in dem Marke desselben zerstreut stehend, ohne einen geschlossenen Cylinder zu bilden. —

Fig. 2. Ein Querschnitt desselben Wurzelstockes. Alle Wurzelfasern nehmen von dem Holzcylinder *a* ihren Anfang.

Fig. 3. Ein Theil dieses Querschnittes mit dem Holzcylinder *a* 250 mal vergröfsert. Diejenigen Zellen dieses letzteren, die an das Rindengewebe grenzen, besitzen punktirt verdickte Wandungen. Die von seiner Markseite ausgehenden, anfangs wagerecht verlaufenden Holzbündel sind in dem Marke so gestellt, dafs die Spiralen und Treppen-Fasern der Stammoberfläche, das Bastgewebe dem Mittelpunkte zugewendet ist. Beim Austritt der Holzbündel aus dem Marke und ihrem Verlaufe in dem Rindengewebe ist ihre Stellung umgekehrt, hier steht das Holzgewebe nach der Mitte, der Bast nach der Oberfläche des Stammes gewendet.

Fig. 4. Ein Längenschnitt desselben Wurzelstockes in der Richtung seines Durchmessers. Die wagerecht im Marke verlaufenden Anfänge der Holzbündel *x* sind hier quer durchschnitten.

Fig. 5. Ein Theil der Spitze einer Blattanlage des *Anthurium tovarense*, Kl. et Karst. bei *e* wird sie plötzlich schmäler, und endigt in einen fadenartigen Anhang, dessen längstes Ende hier abgebrochen war.

Fig. 6. Die Stelle *e* derselben Blattspitze im Längenschnitt (Man vergl. S. 109) 250 mal vergröfsert.

## Taf. VI.

Fig. 1 — 6 *Artanthe flagellaris Miquel.*

Fig. 1. Querschnitt des Stammes in natürlicher Gröfse.

Fig. 2. Querschnitt des jüngsten Gliedes eines Astes 10 mal vergröfsert. Der äufserste Holzbündelkreis (*a*) trennt die Rinde mit den Bastbündeln *b* von dem Marke, in dem noch mehrere Holzbündelkreise sich befinden.

Fig. 3. Ein Theil des Querschnittes eines Bastbündels der Rinde, (Fig. 2. *b*.) 180 mal vergröfsert. Es besteht in diesen jungen Theilen aus Cylinderzellen, dessen Zwischenzellgänge bedeutend erweitert und mit einem gallertartigen Stoffe angefüllt sind: sie selbst enthalten eine schleimige Flüssigkeit, in der wenige Bläschen schwimmen die durch Jod gelb gefärbt werden. — Diese Zwischenzellsubstanz erhält sich sehr lange, später verschwindet sie während die Zellen sich ausdehnen und deren Inhalt körnig wird, auch sogenannte Zellkerne sich vorfinden, endlich verdickt sich die Haut der Tochterzelle fast zum Verschwinden der Höhlung. —

Fig. 4. Querschnitt eines ähnlichen Bastbündels aus dem alten Stamme, wo die Verholzung der Membran der Tochterzelle in einem Theil des Bündels vor sich gegangen ist, während in dem darangrenzenden die Zellen noch dünnwandig sind, doch die Zwischenzellsubstanz schon fast gänzlich verschwunden ist.

Fig. 5. Einige der Fig. 2. a. den äufsersten Holzcylinder bildenden Bündel, sie sind von verschiedener Gröfse, das zwischen ihnen befindliche Cambium giebt den Anfang der Markstrahlen. Eine oder wenige Spiralfasern *a*. befinden sich an der Markseite des Bündels, vor ihnen viele weite Treppen- und Netz-Fasern durch spindelförmig-verholzte Zellen getrennt. Nach Aussen grenzt dies Gewebe an eine Cambiumschicht *b*. bestehend aus dünnwandigen Cylinderzellen, die mit einer schleimigen Körnchen, Bläschen und Zellchen enthaltenden Flüssigkeit angefüllt sind. An der Rinden- und Mark-Seite des Bündels befindet sich eine Schicht von Bastzellen.

Fig. 6. Querschnitt des jüngsten Theiles des Holzcylinders eines zwei Zoll dicken Stammes. Das Holz besteht aus spindelförmigen, punktirt-verdickten Zellen *h*, zwischen denen weite Netzfasern zerstreut stehen. Dies Holzgewebe wird getrennt durch Markstrahlen, deren parallelepipedische Zellen (*m*) etwas verdickt sind und Stärke enthalten. Das Cambium *b*. geht nach Aussen in die Bastzellen, nach Innen in das Holzgewebe über.

Fig. 7 — 9. *Banisteria nigrescens* Adr. Juss.

Fig. 7. Querschnitt eines älteren Stammes in natürlicher Gröfse. *a*. Der später entstan-

dene Cambium-Cylinder, der die jüngeren Holzschichten von dem innersten Kerne trennt. Letztere werden durch eine fortschreitende Umbildung des Holzgewebes, später in einzelne Bündel gelöst und von dem Stamme getrennt, worauf sie von Rindengewebe umgeben als marklose, Äste und Wurzeln treibende, selbsständige Stämme weiter wachsen.

Fig. 8. Ein Längenschnitt aus der Gegend *a.* des Stammes Fig. 7. wo in den Holzzellen eine erneuerte Zellenbildung eingetreten ist. *m.* Markstrahlenzellen, *b.* Holzzellen. *b'.* ähnliche Holzzellen angefüllt mit senkrechten Reihen von Zellen, deren Häute mit denen der Mutterzelle verwachsen, oder durch festen Zwischenzellstoff verbunden schienen. Diese Zellen enthalten einen einzigen, ihre Höhlung fast ausfüllenden, festen Kern, von weifser Farbe und gallertartigem Ansehen, durch Jod wird er nicht gefärbt, durch längere Berührung mit Wasser zum Theil aufgelöst, mit Hinterlassung mehrerer, ebenso gefärbter Körper von der Form gewöhnlicher Zellkerne. — *c.* Die neu entstandene Zellenschicht; einzelne dieser Zellen sind mit einer trüben, Bläschen enthaltenden Flüssigkeit angefüllt, andere mit einem klaren, durchsichtigen Safte, in welchem ein Zellenkern schwimmt.

Fig. 9. Eine Netzfaser mit dem benachbarten Holzgewebe im Querschnitte aus der Gegend der erneuerten Zellenbildung 250 mal vergröfsert. Die weite Faser besitzt noch die verdickte Haut, ist aber mit endogenen Zellen angefüllt. Die zunächst stehenden Holzzellen besitzen gleichfalls noch die innere verdickte Haut, sie enthalten kleine Zellen (Zellkerne) die mit Krystallen von kohlensaurem Kalke überzogen waren und so das Ansehn von Krystalldrusen erhalten hatten. Die etwas weiter entfernten Zellen *a.* sind dünnwandig, enthalten Bläschen und eine körnige Flüssigkeit.

## Taf. VII.

*Podocarpus salicifolia* Kl. et Karst.

Fig. 1. Querschnitt eines 2 Linien dicken Astes der aus 5 älteren blattlosen und dem jüngsten, gipfelständigen noch beblätterten Triebe bestand. Der innerste Holzring ist nicht zusammenhängend; er besteht aus den ersten in die Blätter gehenden Holzbündeln. Das diese Bündel trennende Parenchym befindet sich oberhalb der Abgangsstelle der nächst unteren Blätter. In der Rinde befinden sich Harzgefäfse, nicht im Marke.

Fig. 2. Querschnitt des Holzes 250 mal vergröfsert. Es besteht aus verdickten Fasern, die durch radiale Reihen (nicht Schichten) von Markstrahlenzellen *a.* in radiale Schichten unregelmäfsig abgetheilt sind. Diese Markstrahlenzellen sind dünnwandig, cylinderförmig mit der langen Axe wagerecht, sie enthalten anfangs Stärkebläschen dann eine körnige Flüssigkeit, deren Brechungsvermögen das Erkennen der Zellhaut sehr schwierig macht. Die Holzzellen lassen drei in einandergeschachtelte Zellen erkennen, von denen die zweite, mittlere verdickt ist; dort wo diese Holzzellen an die Markstrahlen grenzen ist die Verdickung durch Porenkanäle unter-

brochen, die durch Bläschen hervorgebracht werden, die der Haut der Tochterzellen an dieser Stelle anhängen; in der Zelle *b* ist durch den Schnitt die verdickte Haut von den beiden andern an dieser Stelle getrennt, ähnlich in *c* von der äufseren; in der Zelle *d* befinden sich, was ich sehr selten fand, zwei tertiäre Zellen nebeneinander. — Die Zellen der jüngeren Holzringe werden durch verdünnte Schwefelsäure roth gefärbt, es ist hier die verdickte, mittlere Haut die diese Färbung erleidet; die beiden andern Häute werden nicht gefärbt, ebensowenig das ältere Holz.

Fig. 3. Querschnitt einer Blattspitze 180 mal vergröfsert. Die Mittelrippe wird durch ein Holzbündel gebildet, dessen Fasern sich aus dem an der unteren Seite befindlichen Cambium vermehren und durch Reihen weiter, dünnwandiger Zellen, ähnlich wie das Holz des Stammes, in radiale Schichten gesondert sind. Der Harzbehälter *a.* an der unteren Blattseite, hat an dieser Stelle des Blattes die Form einer Faser die von einer Schicht enger Zellen umgeben ist, ähnlich verhält es sich im Blattstiele. In der äufsersten Spitze ist kein Unterschied in den Zellen zu bemerken nur enthalten die in der Verlängerung dieser Faser liegenden eine andere Flüssigkeit wie die benachbarten Zellen. —

Fig. 4. Ein Querschnitt der Blattmitte wo an der unteren Seite des Holzbündels ein weites Harzgefäfs sich befindet, das mit einer wässrigen Flüssigkeit angefüllt ist, in der grofse Tropfen eines hellen, gelblichen Balsames und oft sehr schöne, grofse, quadrat-octaëdrische Krystalle (Oxalsäure?) schwimmen. Die zunächst dies Gefäfs umgebenden, dasselbe bildenden Zellen, sind immer mit einem eigenthümlichen harzig-schleimigen Stoffe angefüllt, oft ragen sie haarförmig in die Gefäfshöhle hinein, die ursprünglich vorhandene Faser ist nicht mehr zu erkennen.

Im Umkreise des Holzbündels bildet sich das Blattparenchym zu punktirt-verdickten Zellen um.

Fig. 5. Querschnitt der Gipfelknospe eines Zweiges mehreremal vergröfsert. Das Gewebe derselben wird durch den Cambium-Cylinder in Mark und Rinde gesondert. In dem Marke dauert noch längere Zeit eine Zellenbildung fort, man findet die Zellen hier von sehr ungleicher Gröfse und Färbung. Von dem Cambiumcylinder sondern sich die Gewebe des Markes und der Rinde; an seiner inneren Seite erscheinen darauf in unregelmäfsigen Abständen des Umkreises und in verschiedener Höhe Spiralfasern *f.* vor denen sich dann in dem Rindengewebe Harzfasern *g.* bilden, die später in Gefäfse umgeändert werden. Diese beiden Elementarorgane, mit dem sie zunächst umgebenden Gewebe, sondern sich nach und nach, indem die innerste Schicht des Cambiumcylinders in der Zellenbildung verharrt und nach Aussen, innerhalb der Spiralfasern, Parenchymbildung eintritt, von dem Gewebe des Stammes und verlängern sich in ein oberhalb ihres Anfangspunktes angelegtes Blatt. Das Cambium, in der Nähe der Spiralfasern und an der äufseren Seite derselben befindlich, verändert sich in Holzfasern, worauf dann später die zuerst erschienene Spirale sehr schwierig zu unterscheiden ist.

Fig. 5. *g'* Eine ebengebildete Harzfaser in dem jüngsten Rindengewebe, noch nicht in ein Gefäfs umgeändert.

Fig. 6. Längenschnitt einer Gipfelknospe in der aus einem Blattwinkel eine secundäre Axe entspringt, bei auffallendem Lichte gezeichnet, wodurch das in der Spitze die äufserste Schicht bildende Cambium undurchsichtig und dunkler erscheint wie das übrige schon weiter ausgebildete Gewebe. — In die Knospe verlängert sich von der einen Seite dieses cambialen Kegelmantels eine ähnlich geformte Cambium-Schicht in der eine ähnliche Zellgewebebildung vor sich geht, wie in der Gipfelknospe, und früh die ersten Spiralen auftreten. Die Stellung der Blätter der secundären Axe ist dieselbe wie die der primären, eine linkswendige Spirale bei der letzteren in der $\frac{3}{8}$ Stellung bei der Nebenaxe wenigstens der jüngeren in $\frac{2}{5}$ Stellung.

Fig. 6 *a* Ein Querschnitt der Knospe um die Bildungsfolge die Blätter zu zeigen. p. 137.

Fig. 6. *b* Querschnitt einer ausgebildeten Knospe aus dem man die Knospenanlage der Blätter erkennen kann.

## Taf. VIII.

Gewebe des Stammes der *Cyathea aurea* Kl.

Fig. 1. Ein Längenschnitt des cambialen Holzcylinders *b* mit den benachbarten Geweben aus der Stammspitze. Die zuerst auftretenden abrollbaren Spiralen, die sich in die Blätter verlängern sind schon vorhanden, das übrige Holzgewebe noch nicht angelegt, es findet sich statt dessen ein Gemisch von langen und runden Zellen die wieder gröfsere und kleinere Bläschen und Zellen enthalten. Die künftigen Bastzellen *c* besitzen noch runde Enden sie sind dünnwandig und enthalten längliche Zellkerne. Am weitesten vorgeschritten ist das aufserhalb der Bastschicht befindliche Parenchym *a.*, es enthält jedoch noch keine Stärke, sondern in einer farblosen Flüssigkeit ein sehr deutliches Bläschen ohne festen Inhalt und einige ähnliche mit einem körnigen Stoffe gefüllt. Fig. 1. *a.* Dieselben stärker vergröfsert mit einer der grofsen Gummi oder Schleim enthaltenden Zellen, die oft in senkrechten Reihen übereinander stehen und mit kleinen Zellen angefüllt sind, deren bräunlich gelbe Farbe durch Jod etwas dunkel durch Eisensalze in das grünlich Schwarze verändert wird. *x*, die diese Zellen auskleidende Haut der Tochterzelle. — Das zwischen der Holz - und Bast - Schicht befindliche Parenchym *a'* ist immer etwas weiter in dem Wachsthume zurück wie das eben beschriebene. —

Fig. 1. *b* Einige Zellformen aus der Schicht *b*. Fig. 1. etwas unterhalb des in dieser Fig. dargestellten Gewebes genommen *x. x.* fertige Treppenfasern *y. y.* einige darneben liegende Zellen, deren Wand fein genetzt ist. 2 andere noch jüngere in der Mutterzelle eingeschlossene Zellen, in denen die Tochterzelle mit den Bläschen die sie umschliefst von der äufseren Zellhaut getrennt ist, (vielleicht durch Einwirkung des Wassers). —

Fig. 2. Querschnitt desselben Holzcylinders an der Stelle des Stammes, wo eben die Blätter abgefallen sind.

Fig. 3. Derselbe Theil im Längenschnitt. Das Parenchym *a* und *a'* ist mit Stärke angefüllt, ebenso enthalten die verdickten und gelbgefärbten Bastzellen *c* Stärke. Die das Parenchym begrenzenden Bastzellen, mit senkrechten Reihen kugeliger Zellen

angefüllt, sind besonders dunkel, da die Häute beider verholzt sind. *d. d.* Cambium Schichten.

Fig. 2. *b.* Ein Querschnitt der Treppenfasern stärker vergröfsert. Die ununterbrochen verdickten Ecken scheinen heller wie die gestreift verholzten Flächen der sich berührenden Wandungen.

Fig. 2. *c.* Der Querschnitt einiger Bastfasern.

## Taf. IX.

Fig. 1. Querschnitt des Stammes der *Alsophila pruinata* Kaulf. unterhalb der Trennungsstelle eines Blattes. Die innere, zusammenhängende Bastschicht steht an dieser Stelle *x* mit der Oberhaut des Stammes und der Blattstieloberseite in Verbindung.

Fig. 2. Ein anderer Querschnitt desselben Stammes; *b.* und *c.* die Reste von Blattstielen, deren Blätter schon abgefallen waren. Das Zellgewebe war verwest und so dunkel gefärbt, dafs ich die Holzschichten kaum unterscheiden konnte. — *a.* Die Gegend des Holzcylinders unterhalb des Blattstielgrundes von wo regelmäfsig eine Knospe abgeht. Diese Knospe wuchs an dem untersuchten 3′ hohen aufrechten Stamme wurzelähnlich abwärts ohne Blätter zu treiben, bevor sie den Boden erreichte.

Fig. 3. u. 4. Die, dem in Fig. 2. dargestellten Theile, entsprechenden Abschnitte desselben Stammes aus einiger Entfernung unterhalb jenes. Die Knospe *a.* besitzt einen geschlossenen Holzcylinder; an der Berührungsstelle des Stammes ist sie mit diesem verwachsen. In Fig. 4. ist sie ganz frei, viele Wurzeln trennen sich von dem Stamme, besonders in der Gegend der sich nicht entwickelnden Blattanlagen. —

Fig. 5. u. 6. Querschnitt des Stammes der *Dicksonia Lindeni* Hook, in welchem sich drei concentriche Holzbündel befinden, von dem äufsersten trennt sich für das Blatt ein Abschnitt, während gleichzeitig von dem nächst inneren sich ein Theil nach Aussen hin abzweigt, die dadurch entstandene Lücke auszufüllen. Ebenso gehen von dem innersten Cylinder Theile an den zweiten. Die geringe Bastschicht die hier den Holzcylinder unmittelbar umgiebt ist von dem braungefärbten Parenchyme des Markes und der Rinde durch eine weifsgefärbte Schicht desselben Gewebes getrennt.

Fig. 7. Querschnitt des Stammes der *Alsophila senilis* Kl.

Fig. 8. u. 9. Durchschnittene Stammstücke mit den Überresten der Holzbündel nach dem Abfallen der Blätter von unten gesehen. Die Rinde ist bis auf die Bastschicht abgeschält, man sieht wie die Bündel *a.*, die in der Mitte des Blattstieles befindlich sind, aus dem Marke stammen.

Fig. 10. Querschnitt des Stammes der *Danaea Augustii* Karst. siehe p. 122.

Fig. 11. Querschnitt des Blattstielgrundes; ein einzelnes Holzbündel steht in der Mitte eines Kreises.

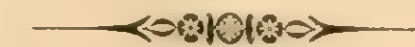
Etwas höher sind zwei koncentrische Kreise vorhanden, Fig. 12. der innere ist durch Verästelung der äufseren entstanden. Fig. 13. Aus dem höheren Theile des Blattstieles unterhalb der ersten Blattfiedern.

Fig. 14. Der untere Theil eines Steckling es des *Lycopodium Springii* Kl. et Karst. Der Stamm dieser Pflanze wird von einem centralen, marklosen Holzcylinder und meh-

reren im Umkreise dieses befindlichen, einzeln stehenden Holzbündeln durchzogen. Man sieht in dieser Zeichnung wie sich eines dieser einzelnen Bündel nach dem Durchschneiden des Stammes, unmittelbar in eine Wurzel verlängert hat.

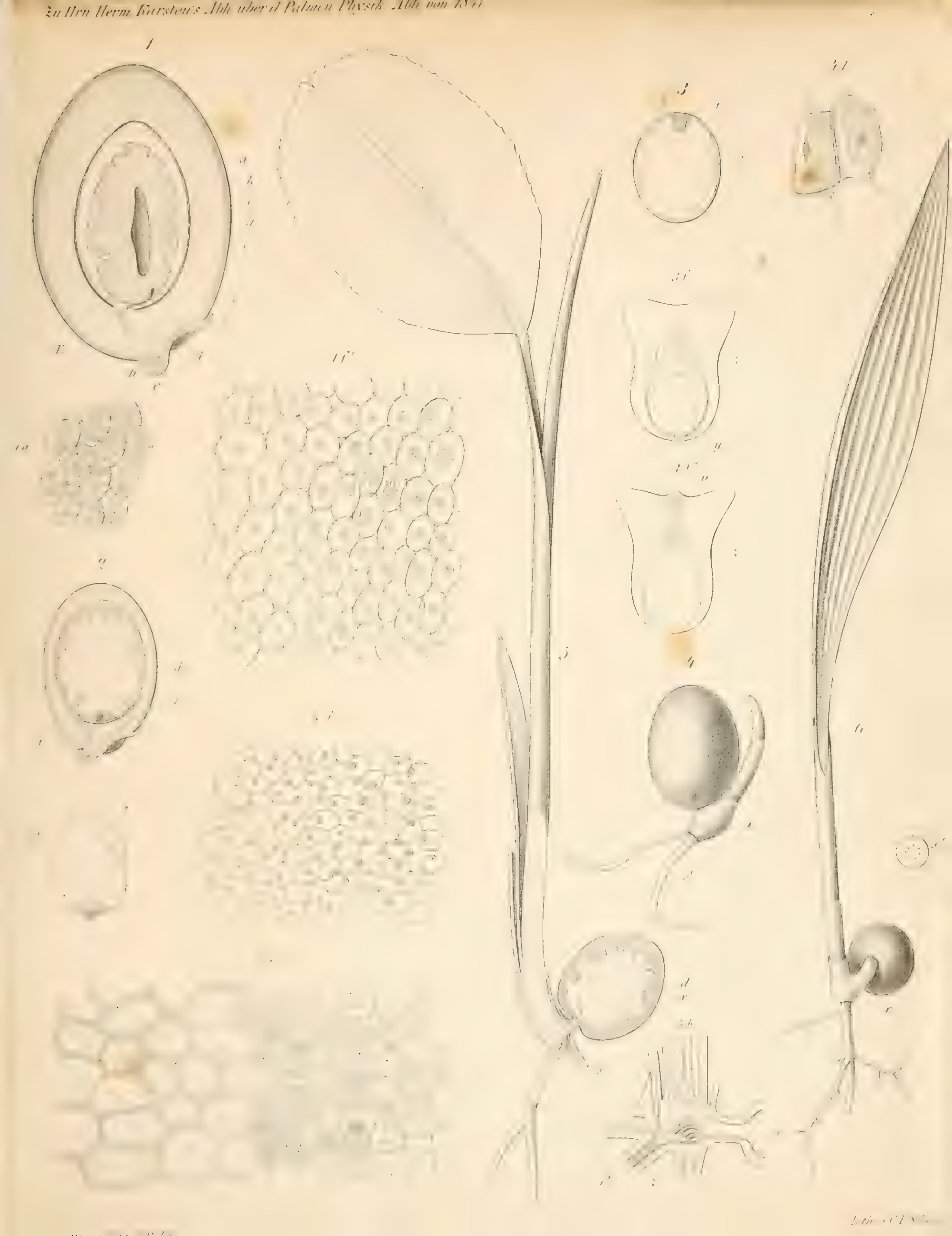
Fig. 15. Ein Längenschnitt durch diesen Stamm und zwar durch das in die Wurzel ausgewachsene Holzbündel. *x*. Ein Theil der Schnittfläche. (Fig. 14. *x*.) Die Gewebe des Holzbündels, die Holzfasern sowohl wie das Cambium- und Bast- Gewebe, setzen sich so ununterbrochen in die Wurzel fort, dafs keine Grenze zu entdecken ist, an der Oberfläche des Bastes hat sich Parenchym gebildet das in einiger Entfernung von dieser Stelle immer mehr zunimmt und zum Rindengewebe der Wurzel wird. Einzelne Zellen der Oberhaut dehnen sich zu Haaren aus.

Fig. 16. Ein Längenschnitt derselben Wurzelspitze derselben Pflanze, die Entwickelung der verschiedenen Gewebe aus dem Cambium innerhalb der Wurzelmütze darlegend. Die Haare der Oberhaut entstehen durch die später eintretende Verlängegerung abwechselnder Zellen derselben, indem anfangs nur einzelne, der Wurzellänge gleichlaufend, in die Länge wachsen: andere, zwischen diesen befindliche im Wachsthume gehemmt werden, das erst später in der, Fig. 17. dargestellten Weise, mit der Ausdehnung der Mutterzelle beginnt. —

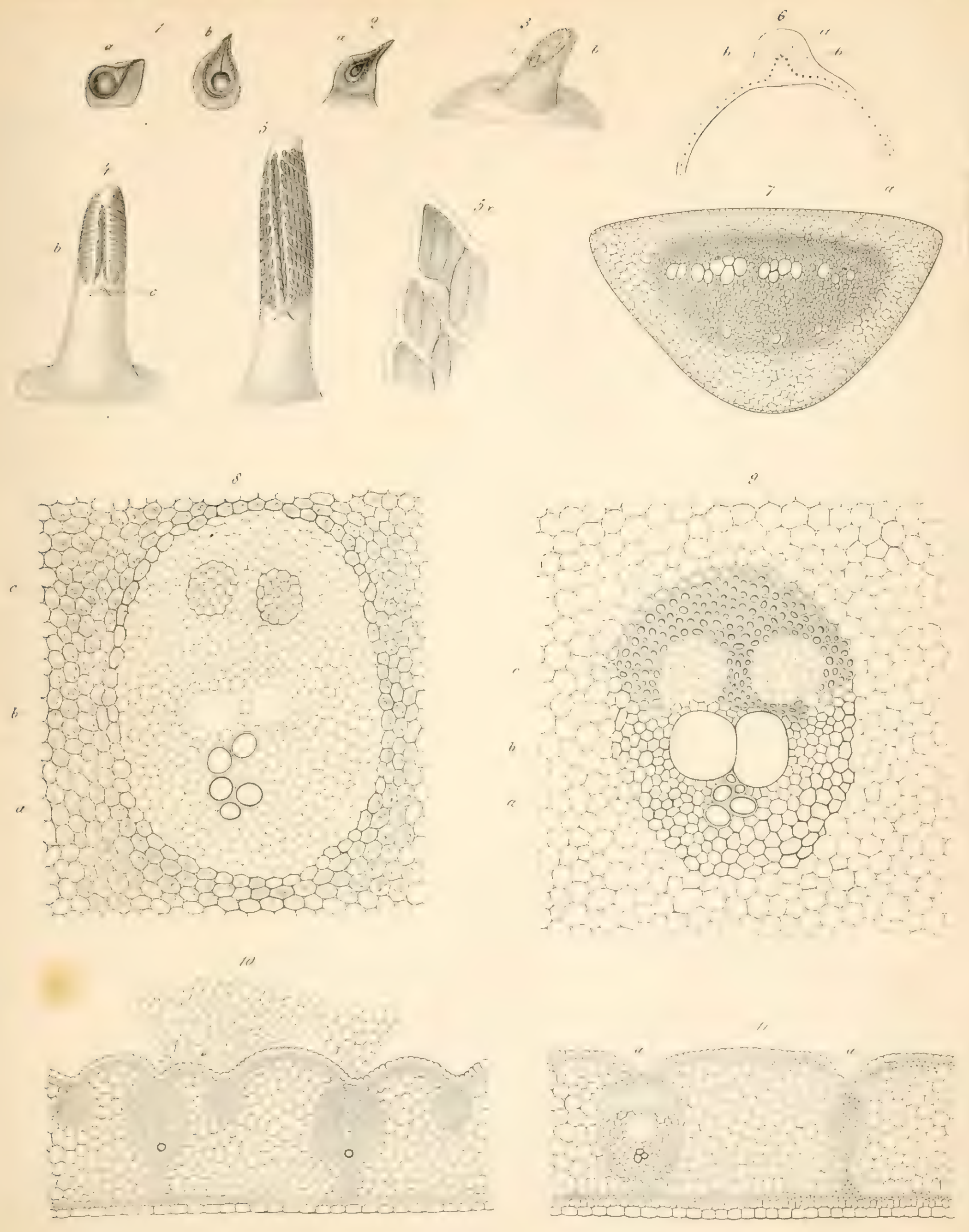


## Druckfehler.

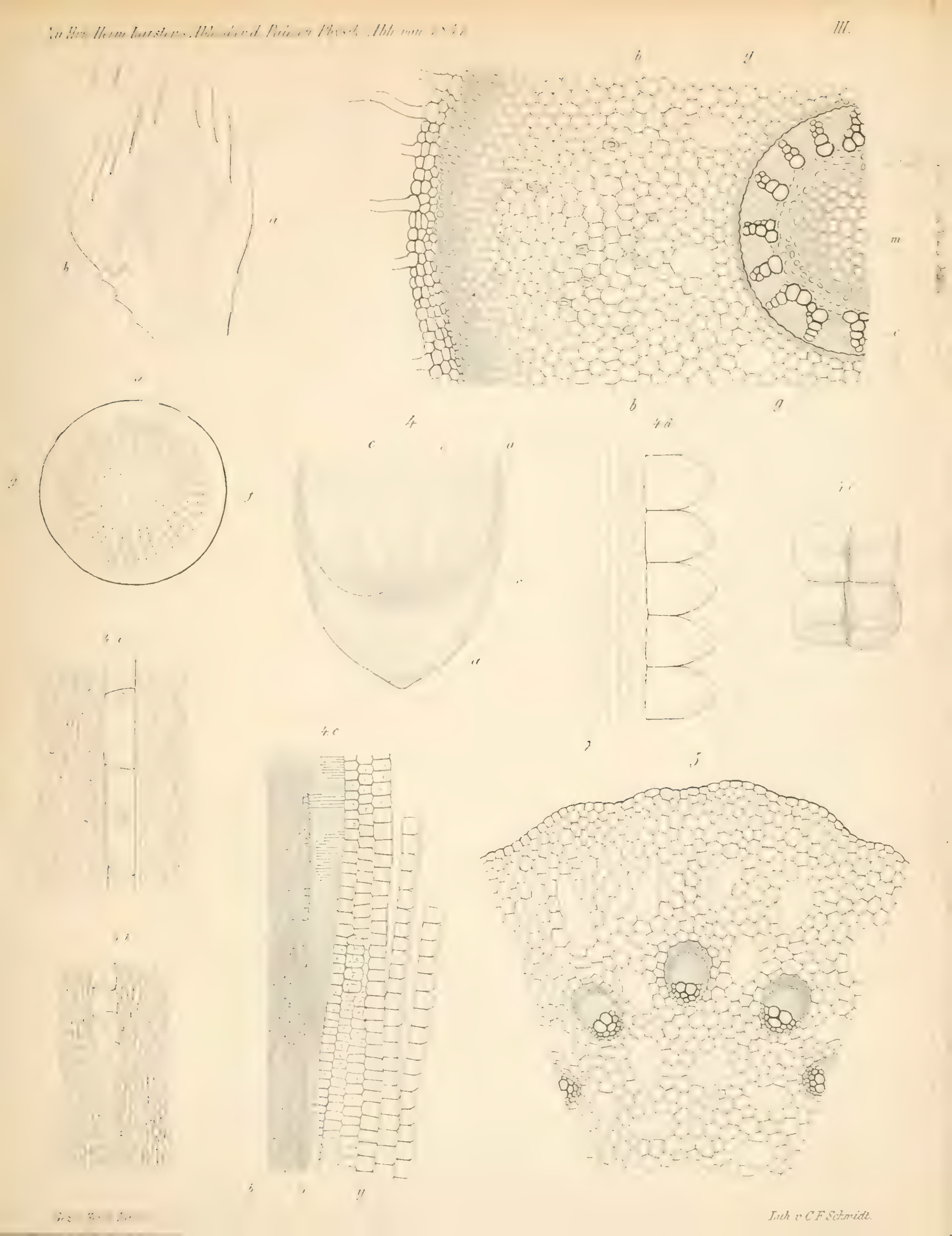
p. 28 Z. 13 v. O. *Eläis melanococca* statt *Elais melanococcus*.
p. 80 Z. 11 v. O. Blattstieles statt Blüthenstieles.
p. 104 Z. 4 v. U. fehlt hinter „sich wenden" „wie bei den übrigen Faserpflanzen".
p. 156 Z. 11 v. U. „Tangente" statt Secante.





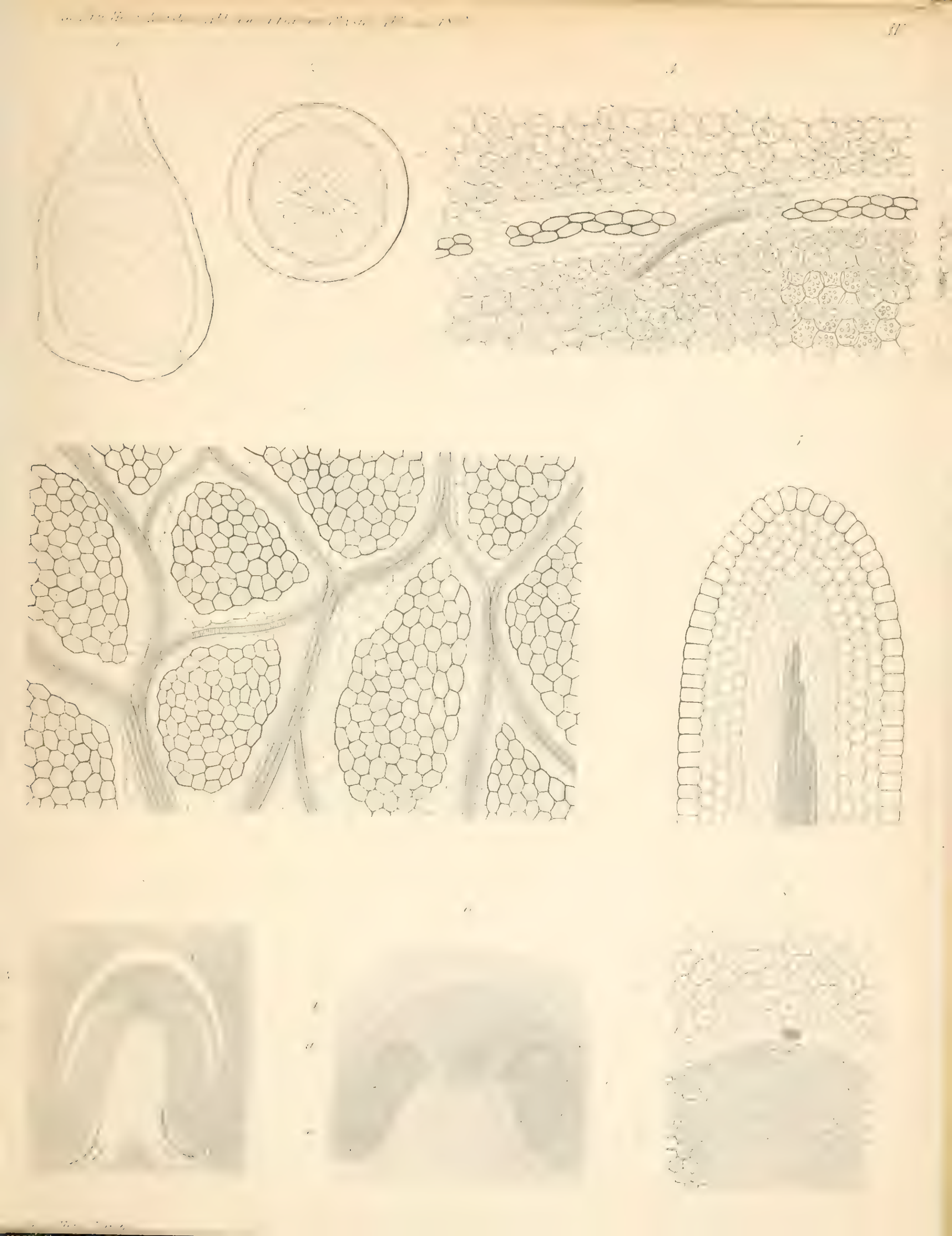

1
a
b
2
a
3
b
6
a
b
b
4
b
c
5
5 r
7
a
8
c
b
a
9
c
b
a
10
11
a
a



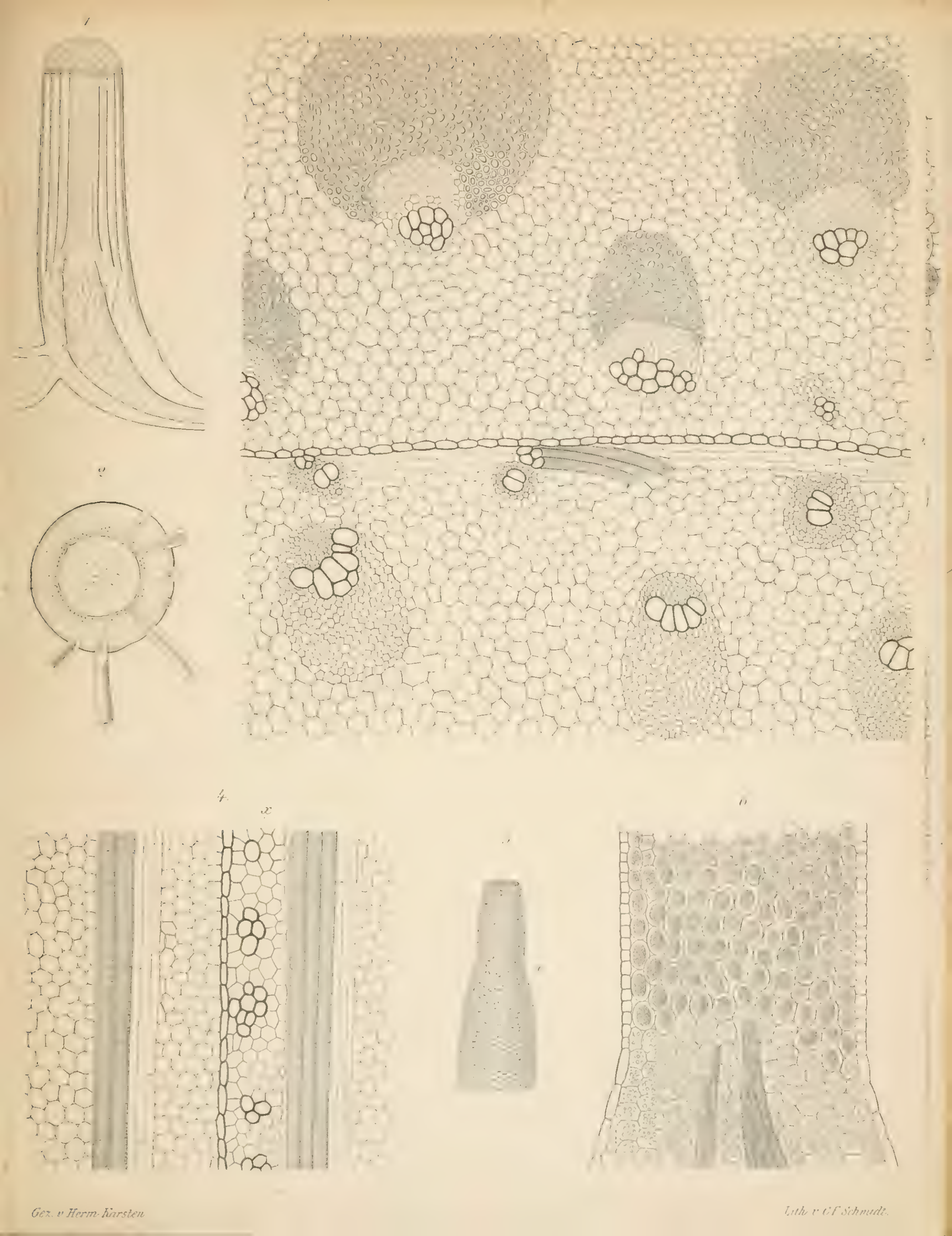



Lith. v. C. F. Schmidt.



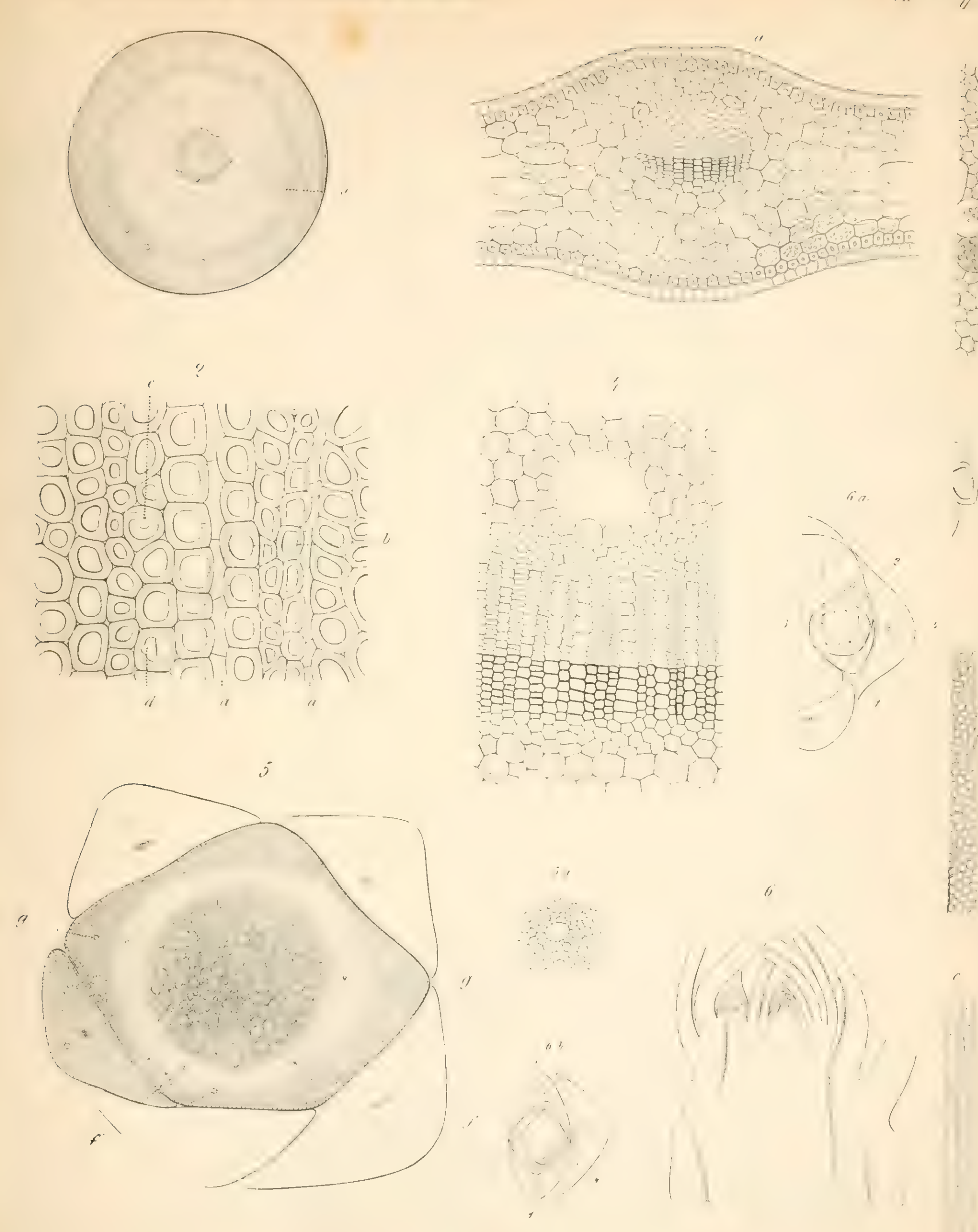





1
2
4
x
6
Gez. v Herm. Karsten
Lith. v C.F. Schmidt.



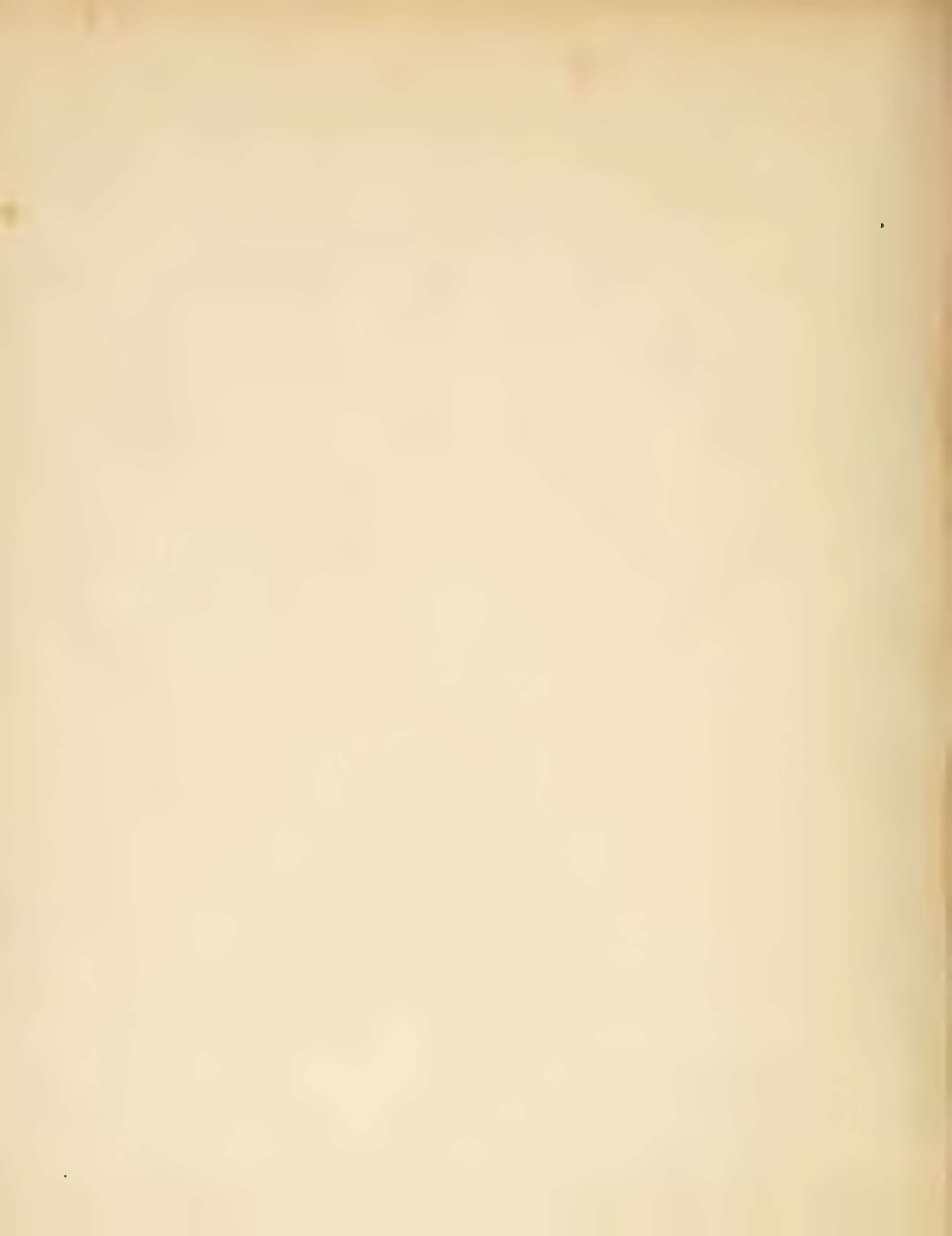


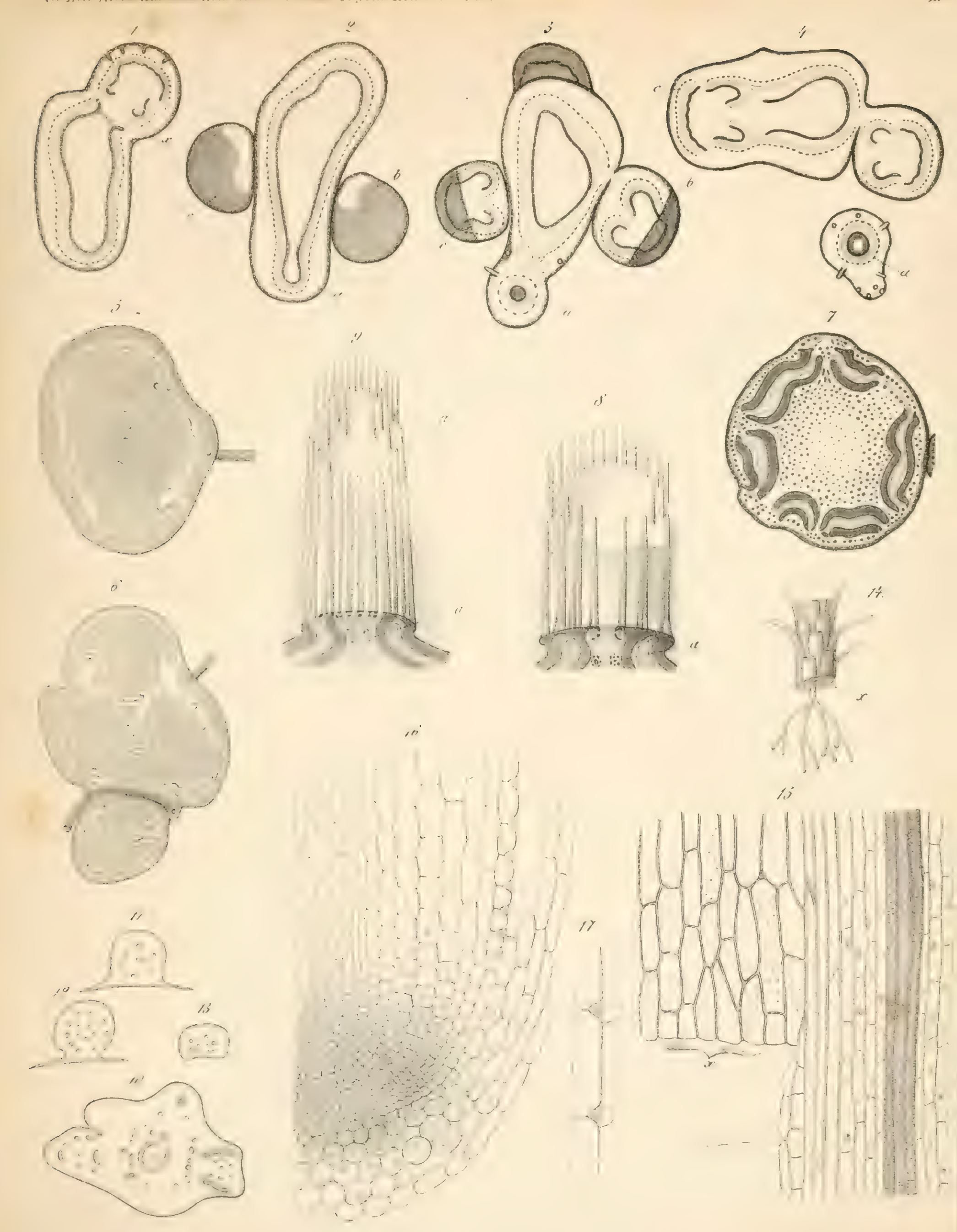


Gez. v. Herm. Karsten

Lith. v. C.F. Schmidt






1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
17
a
b
c
x







